COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 DÉCEMBRE 1874,
PRÉSIDÉE PAR M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** prie l'Académie de vouloir bien désigner celui de ses Membres qui devra la représenter, comme lecteur, dans la première séance trimestrielle de l'année 1875, qui doit avoir lieu le mercredi 6 janvier.

M. **de Lacaze-Duthiers** prie l'Académie de lui faire l'honneur d'accepter les deux premiers volumes de ses *Archives de Zoologie expérimentale*.

« J'ai voulu attendre, dit M. de Lacaze-Duthiers, avant de présenter à l'Académie ces volumes, que l'existence de mes Archives fût assurée. Le troisième volume sera bientôt terminé, et le quatrième va commencer.

» Il ne m'appartient pas d'apprécier ce travail, ma part y est trop considérable; mais les soins apportés dans la publication, surtout dans l'exécution des planches, peuvent facilement faire comprendre qu'au début, dans les circonstances malheureuses où se trouvait notre pays, c'est-à-dire au lendemain de nos désastres, époque à laquelle ces Archives ont commencé à paraître, j'ai dû avoir un déficit considérable, car c'est à mes risques et périls que j'ai entrepris cette publication.

» Toutefois, dès la seconde année, le produit des souscriptions a dé-

passé de beaucoup ma part de frais. Je dis ma part, car je ne suis plus seul à supporter les charges de mon entreprise. M. l'éditeur Reinwald a associé sa maison au succès de ce nouveau Recueil français.

» En prenant pour titre : *Archives de Zoologie expérimentale*, mon but a été d'indiquer que la Zoologie doit, elle aussi, comme toutes les sciences, entrer dans la voie expérimentale.

» Cuvier, dans la mémorable introduction de son *Règne animal*, a dit que tout être, pour être placé dans les cadres zoologiques exprimant ses rapports, doit porter sur lui les caractères qui lui sont propres. Ce principe est trop absolu. Il n'est pas applicable à tous les animaux. Il conduit à des erreurs certaines qu'on retrouve dans les classifications mêmes de notre grand naturaliste.

» C'est qu'en effet il est des êtres qui présentent dans les périodes successives de leur existence des formes tellement opposées et distinctes qu'on ne saurait reconnaître en eux non-seulement le même individu, mais la même espèce, le même genre et bien plus la même classe. On ne peut donc ni les classer, ni indiquer leurs rapports naturels, si on ne les suit dans toute la durée de leur évolution, et cela n'est possible qu'avec le secours de l'expérimentation.

» Ce n'est pas à dire que je considère la Zoologie, que j'appelle *expérimentale*, comme une science particulière distincte de la Zoologie proprement dite. Cela est bien loin de ma pensée, car l'application de la méthode expérimentale à l'étude des animaux, à la recherche de leurs rapports naturels, ne me paraît pas suffire pour caractériser une branche nouvelle et spéciale de notre science, pas plus pour elle que pour les autres branches des sciences biologiques.

» En face des grands et graves problèmes que la Zoologie se pose de nos jours, et que dans les pays étrangers surtout on aborde avec une ardeur extrême, il m'a semblé utile d'affirmer une fois de plus que chez nous aussi on cherchait à connaître la succession, l'enchaînement des transformations des êtres; que dans les études de morphologie l'histoire de l'adulte ne pouvait se séparer de celle de l'embryon, et que, dans aucun des deux cas, il n'était possible de faire abstraction de la structure intime. Aussi, après le titre général, ont été ajoutés les mots *morphologie, évolution, histologie*.

» A côté du Recueil des publications périodiques il fallait avoir le laboratoire où la méthode pût être mise en pratique, et c'est pour répondre à ce besoin que, sollicité par l'Administration de l'instruction publique et par

quelques amis et savants étrangers, j'ai créé et installé, au bord de la mer, à Roscoff, dans le Finistère, un laboratoire de Zoologie expérimentale.

» Si j'ai retardé d'entretenir l'Académie de mon laboratoire, c'est que je désirais voir d'abord ses progrès s'affirmer. Dans la prochaine séance, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie mon installation, et je lui signalerai quelques-uns des résultats obtenus. »

MÉDECINE. — *Des foyers d'origine de la peste de 1858 à 1874; épidémicité et contagion de ce fléau.* Note de M. **J.-D. Tholozan**, présentée par M. le baron Larrey.

« Téhéran, 10 novembre 1874.

» La réapparition de la peste après une longue période d'extinction est un événement qui intéresse au plus haut degré la Pathologie générale et l'hygiène publique. Dans cet important et curieux phénomène de l'émergence nouvelle d'une maladie disparue, y a-t-il eu plusieurs ou un seul foyer d'éclosion? La réponse à cette question est heureusement facile à donner. La peste avait cessé complétement en Orient quand, en avril 1858, elle parut dans la régence de Tripoli dans un campement d'Arabes, à huit heures de Benghazi, et de là s'étendit aux localités environnantes. Tout le pays avait été désolé précédemment par une longue sécheresse et par la famine.

» Il est impossible d'établir une connexion entre cette peste et celle qui se montra en Égypte jusqu'en 1845, qui s'éteignit ensuite complétement et qui n'a pas une seule fois dénoté sa présence dans ce pays depuis cette époque jusqu'aujourd'hui. La peste a donç eu en 1858, à Benghazi, un foyer d'origine ou d'éclosion tout à fait distinct. Cette épidémie ne saurait être reliée aux épidémies antérieures de la Cyrénaïque que par l'hypothèse d'une incubation des germes ou levains pestilentiels de douze années au moins. Mais je ne m'occupe ici que des faits, je n'ai pas à entrer dans la discussion des théories. Les faits, comme on va le voir, sont du reste assez importants et assez probants par eux-mêmes pour se passer de toute explication.

» L'épidémie de Benghazi avait complétement cessé depuis huit années, quand un foyer nouveau, tout aussi distinct et tout aussi spontané que le premier, se montra au commencement de 1867, sur les bords de l'Euphrate, à peu de distance au-dessus de la ville de Hillé. Le fléau débuta là encore

sur des Arabes nomades, et il resta circonscrit dans un étroit district qui n'avait subi aucune famine, ni même aucune privation. L'inondation du fleuve, qui commence généralement au milieu de l'hiver, avait été plus forte cette année que les années ordinaires.

» Cette seconde manifestation cessa comme la première, sans laisser de traces dans le pays. Il est inutile de faire remarquer qu'il n'y a entre les tribus arabes de la Cyrénaïque et celles de l'Euphrate aucune communication, aucun échange de produits, aucun pèlerinage, aucun moyen de transport direct ou indirect de l'infection morbide.

» Le troisième foyer a été observé, au nord de la Perse, par un de mes élèves, Abdul-Ali, médecin sanitaire à Tauris, tout à fait au commencement de l'année 1871, dans un très-petit village du Kurdistan persan, au sud du lac d'Ourmiah. Ces Kurdes, qui sont nomades l'été, habitent pendant l'hiver des réduits étroits, encombrés et malpropres. La maladie, au lieu de s'étendre aux grandes villes situées au nord, remonta le cours des rivières et atteignit Baneh, près de la frontière turque. Là, comme à Benghazi, comme sur l'Euphrate, la contagion fut démontrée et expliqua en partie le développement ultérieur du mal. La population n'avait souffert ni de la famine, ni des inondations; la sécheresse avait été seulement, pendant les deux étés précédents, plus prononcée que de coutume, et dans les premiers mois d'hiver il était tombé moins de neige et de pluie que d'ordinaire. Malgré les sinistres prédictions que l'on fit à cette époque, ce foyer s'éteignit comme les deux précédents, sans sortir des étroites limites que je viens d'indiquer et sans laisser de vestiges, ni sur place, ni dans les localités voisines, comme l'a établi une enquête officielle ordonnée par le gouvernement russe.

» D'où venait cette peste du Kurdistan? Est-il possible de la rattacher à une importation de la Mésopotamie? Cela est tout à fait hypothétique et contraire aux probabilités; car le district attaqué n'a aucune communication avec les tribus nomades des bords de l'Euphrate, dont il est séparé par un assez grand espace et par des populations demeurées indemnes pendant les trois années de 1868, 1869, 1870. C'est donc là un troisième foyer d'éclosion distinct.

» J'ai annoncé, il y a sept ans, dans l'étude pathologique que j'ai faite sur l'épidémie de la Mésopotamie en 1867, que l'éclosion de ce foyer me faisait craindre, en d'autres lieux ou sur place et dans des temps rapprochés, des éclosions analogues. Je n'ai donc pas été étonné quand j'ai vu l'épidémie du Kurdistan en 1871; je ne l'ai pas été davantage, au commen-

cement de la présente année, quand j'ai appris qu'il s'était formé un foyer nouveau en Mésopotamie, toujours près de l'Euphrate, un peu au-dessous de la localité atteinte en 1867. C'est encore sur des Arabes nomades que le mal prit naissance cette fois. Les eaux de l'Euphrate étaient hautes et il était tombé beaucoup de pluie. La population n'avait pas souffert de privations; seulement le typhus, en 1872, avait sévi dans plusieurs villes voisines. La contagion porta la peste, dit-on, du sud au nord jusqu'aux villes de Divanieh; elle s'éteignit à Hillé et à Nedjef. Comme dans toutes les épidémies antérieures de la Mésopotamie, dont j'ai publié l'histoire, le mal cessa dès le début des fortes chaleurs. D'où venait cette peste? Je tiens des médecins envoyés par le gouvernement turc en inspection sur les lieux qu'il ne peut y avoir de doute à cet égard : elle a pris naissance sur place, comme celle de 1867. Et du reste, d'où pourrait-elle être venue, puisque la peste n'existait plus que dans le Kurdistan depuis la fin de l'été 1871, et que les localités infectées cette année n'ont eu, ni pendant, ni après l'épidémie, aucune communication avec les tribus arabes attaquées en 1874, le long de l'Euphrate, ni avec la ville de Divanieh, le premier grand centre de population qui fut atteint après?

» Le dernier foyer, tout aussi indépendant et tout aussi spontané que les quatre précédents, appartient aussi à l'année 1874. Il s'est développé au printemps, comme celui de 1858, près de Benghazi, sur des Arabes nomades, après une fin d'hiver exceptionnellement froid et humide pour les contrées du littoral sud-est de la Méditerranée; à l'heure actuelle, il n'est pas encore éteint.

» Les anciens nous ont légué, pour résumer l'expérience des siècles passés, les mots d'*épidémie* et de *contagion*. La science moderne doit les accepter tous deux, parce qu'ils représentent deux grandes conditions bien distinctes du développement des maladies populaires. Les locutions usitées il y a plus de deux mille ans correspondent encore aux besoins et aux faits d'aujourd'hui, car ceux-ci, il faut bien le dire, ne sont pas plus explicables que les faits anciens. Ce que l'on vient de constater de nos jours pour la spontanéité de la peste, Hippocrate le relate déjà dans les épidémies qu'il observait, et Thucydide parle en termes explicites de la contagion de la peste d'Athènes. Ainsi dans tous les temps il y a eu sur la production des maladies ces deux influences générales et bien dessinées. Ces causes sont complexes et inconnues dans leur mécanisme intime; un temps viendra peut-être où une partie de ce mystère sera dévoilée. En attendant, il faut songer que s'il est important, dans l'intérêt de l'humanité,

de chercher, par tous les moyens possibles, à restreindre l'extension du fléau dont je viens de parler, il est plus important encore de bien reconnaître ses aspects et ses propriétés multiples qui se résument dans ces mots *épidémie* et *contagion*.

» De ces deux qualités, celle qui domine dans tous les faits que j'ai cités est sans doute l'épidémicité; c'est elle qui fait naître le fléau à telles époques et dans telles saisons, dans les contrées les plus différentes, à la suite de certaines perturbations atmosphériques qui se caractérisent par un surcroît ou par une diminution d'humidité.

» Sans doute il faut chercher à empêcher la contagion du mal par tous les moyens restrictifs; mais, quand le mal cesse de lui-même, il faut se garder d'attribuer à ces moyens une influence qu'ils n'ont pas eue. De plus, les hygiénistes reconnaîtront que, de même qu'il s'est produit depuis 1858 cinq éruptions de peste dans des localités où l'on ne s'attendait aucunement à voir cette maladie prendre naissance, de même, dans un avenir peut-être voisin, d'autres foyers pourront se développer en d'autres lieux, tout aussi spontanément que les premiers. S'ils sont rapprochés entre eux dans le temps et dans l'espace, on sera tenté de les faire provenir les uns des autres, en imaginant une contagion hypothétique, comme cela s'est vu bien souvent. *Vice versa*, on verra quelquefois attribuer à l'épidémicité ce qui sera le fait de la contagion. Le devoir de chacun est donc d'étudier les faits d'une manière précise, et de n'admettre que des observations bien contrôlées. J'ai l'espérance que celles que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie sont de cette nature; elles ont eu chacune leur part de notoriété publique, mais elles n'avaient pas été jusqu'ici rassemblées ni discutées. »

HYDROLOGIE. — *Note sur les distributions d'eau en Égypte et en Grèce* (1); par M. BELGRAND.

« *Égypte*. — Les travaux d'irrigation de l'Égypte remontent à la plus haute antiquité et excitent encore l'admiration de tous ceux qui les visitent. L'aménagement et la distribution des eaux du Nil, par des canaux découverts, n'ont jamais été surpassés ailleurs. On se demande donc pourquoi, dans ce même pays, on ne trouve pas de traces d'aqueducs, c'est-à-dire de *canaux maçonnés et couverts, destinés à conduire l'eau nécessaire aux besoins*

(1) Extrait d'un Ouvrage intitulé : *Les Travaux souterrains de Paris* (sous presse).

municipaux et aux usages domestiques, aux points des villes assez élevés pour que cette eau soit ensuite répartie dans toutes les rues par l'action de la gravité. Je crois en avoir trouvé la raison : même aujourd'hui, malgré les progrès très-réels de l'art de l'ingénieur, il serait impossible de construire un tel ouvrage dans ce pays.

» Un canal découvert, surtout lorsqu'il est destiné à l'irrigation ou à la navigation, peut dériver de grandes quantités d'eau avec des pentes très-faibles; lorsque la vitesse de l'eau ne dépasse pas 15 centimètres par seconde, le canal s'envase si l'eau qu'il débite est limoneuse; mais il est facile de le nettoyer au moyen de la drague. C'est ainsi qu'est nettoyé le canal de l'Ourcq, qui alimente Paris; le curage est fait à la fin de chaque hiver sans que le service soit interrompu ; un tel canal est d'un mauvais usage, surtout dans un pays chaud comme l'Egypte. Pendant les dragages l'eau devient très-mauvaise.

» J'ai été conduit par tâtonnement à reconnaître qu'un grand aqueduc maçonné et voûté devait avoir au moins une pente de 10 centimètres par kilomètre; avec une pente plus faible il est nécessaire d'interrompre le service de temps à autre pour opérer des nettoyages, opération d'autant plus difficile qu'elle ne peut être faite qu'à bras d'homme, et en transportant souterrainement les vases à d'assez grandes distances ; mais, avec leurs moyens de nivellement très-imparfaits, les anciens ne pouvaient faire un tracé avec une pente régulière aussi faible. Je ne pense pas que la pente kilométrique des aqueducs anciens ait jamais été moindre que 50 centimètres; c'est une limite que j'ai trouvée en étudiant les ruines de l'aqueduc de Sens.

» Le tracé des canaux à faible pente est au contraire très-facile. Nous ne connaissons pas le procédé des anciens, mais celui dont nos paysans font usage a pu être pratiqué dans tous les temps; ils creusent les rigoles d'irrigation de leurs prairies en se faisant suivre par l'eau; c'est l'eau qui règle ainsi le niveau du canal.

» Les anciens ont donc tracé des canaux à très-faible pente; il n'est pas moins certain qu'ils n'ont jamais tracé un aqueduc avec la pente limite indiquée ci-dessus; pour démontrer qu'il n'a jamais été possible autrefois, qu'il n'est pas possible même aujourd'hui, d'exécuter des ouvrages de ce genre en Égypte, il suffit donc de prouver qu'on ne pourrait leur donner une pente kilométrique de 10 centimètres. Je serais arrivé à une démonstration en me basant sur des faits connus, mais le hasard a mis entre mes mains des documents plus complets et en outre très-intéressants.

» Un savant de mes amis, M. Delanoüe, dont nous déplorons la perte récente, obligé de se rendre en Égypte pour rétablir sa santé déjà ébranlée, se chargea d'un questionnaire sur le régime des eaux de ce pays. Il me rapporta, en 1872, d'excellentes données numériques qu'il devait à M. Linant-Bey, ingénieur très-distingué et bien connu par les travaux qu'il a exécutés en Égypte. C'est au moyen de ces documents que j'ai rédigé cette Note.

» On admet généralement qu'il ne pleut pas en Égypte; c'est une erreur : tous les deux ou trois ans, quelquefois tous les dix ans, il tombe d'énormes pluies d'orage. Alors des vallées habituellement sèches sont sillonnées par des torrents qui coulent quelques heures à peine. M. Delanoüe a eu la chance de voir, le 28 mars 1872, « plusieurs de ces affluents improvisés tomber en cataractes dans le Nil, alors très-bas », notamment dans l'Ouari-Sannour ou Sénour, près de Béni-Souef; mais, on le comprend sans peine, ces écoulements éphémères ne constituent pas de véritables cours d'eau. En réalité, le premier affluent du Nil, qu'on rencontre en remontant son cours est l'Atbara; le débouché de cet affluent est à une très-grande distance de la mer; on compte, en effet :

De la mer au nilomètre du Caire par la branche de Damiette...	280
Du nilomètre à Assouan (Syène)........................	922
D'Assouan au débouché de l'Atbara.....................	1525
Longueur du Nil, depuis le débouché du premier affluent, l'Atbara, jusqu'à la mer................................	2787

» En remontant le Nil par la branche de Ratelle, on trouve pour la longueur de cette branche, jusqu'au nilomètre, 236 kilomètres, et pour la distance de l'Atbara à la mer, 2743 kilomètres.

» Non-seulement les affluents manquent sur cette grande longueur du fleuve, mais encore, d'après M. Linant-Bey, les sources elles-mêmes font défaut sur 1202 kilomètres, entre Assouan et la mer; très-probablement il en est de même entre Assouan et l'Atbara, car la pluie n'y est pas moins rare que dans la basse et dans la moyenne Égypte. Les nappes d'eau souterraines elles-mêmes s'alimentent donc dans le fleuve, et par conséquent s'abaissent à mesure qu'elles s'en éloignent. C'est le contraire de ce qui a lieu dans la plupart des vallées : le niveau des nappes d'eau souterraines s'élève à mesure qu'on s'éloigne des cours d'eau, même dans les terrains entièrement perméables, où leur pente est énorme. Il arrive souvent qu'à une très-petite distance d'une rivière on trouve dans une vallée secondaire entièrement perméable une très-belle source à un niveau beaucoup plus

élevé que cette rivière. Cette grande pente des nappes d'eau facilite beaucoup les travaux, et c'est toujours dans les vallées secondaires et non dans les vallées principales qu'on va chercher l'eau d'une dérivation; de cette manière, on abrége considérablement la longueur des aqueducs. Ainsi, pour trouver, dans la vallée même de la Marne, une source qui arrive à Paris à l'altitude 108, comme la Dhuis, et avec les mêmes pentes, il aurait fallu remonter jusqu'aux terrains oolithiques; la longueur de l'aqueduc aurait été augmentée de 140 kilomètres, c'est-à-dire doublée : la pente aurait donc été doublée également, et l'altitude au départ aurait été de 148 mètres au lieu de 128.

» De même, pour trouver dans la vallée de l'Yonne des sources aboutissant au réservoir de *Montrouge* à l'altitude 80, comme celles de la vallée de la Vanne, il aurait fallu remonter jusqu'au delà d'Auxerre, à Belombre, un peu en aval du confluent de la Cure; on aurait allongé l'aqueduc de 71 kilomètres, d'environ moitié; la pente aurait été augmentée dans la même proportion, et l'altitude de départ aurait été de 119 mètres au lieu de $105^{m},70$.

» Les affluents faisant absolument défaut en Égypte, les nappes d'eau s'alimentant dans le Nil et par conséquent s'abaissant à mesure qu'elles s'en éloignent, un aqueduc, destiné à l'alimentation d'une ville, doit nécessairement puiser son eau dans le fleuve.

» Pour démontrer qu'aucun aqueduc de dérivation n'a pu être construit en Égypte, il suffit donc de prouver qu'un ouvrage de ce genre ne peut puiser son eau dans le Nil.

» Voici les pentes de ce fleuve, qui me sont données par M. Linant-Bey :

		Longueur en kilomètres.		Pente totale.		Pente kilométr.
De la mer au nilomètre.	Branche de Ratelle..	236	hautes eaux.	21,78	hautes eaux.	0,0923
			basses eaux.	14,08	basses eaux.	0,0596
	Branche de Damiette.	280	hautes eaux.	21,78	hautes eaux.	0,0777
			basses eaux.	14,08	basses eaux.	0,0503
Du nilomètre à Assouan.........		922	....	104,74	....	0,1136
De là à l'Atbara (la pente des cataractes comprise)............		1585	....	193,37	....	0,122

» Les pentes kilométriques sont très-fortes, surtout celles qui s'approchent de la mer. Il est rare qu'un grand fleuve, qui coule dans une plaine, ait plus de 1 à 2 centimètres de pente par kilomètre, sur les 200 ou 300 derniers kilomètres de son parcours.

» Néanmoins la pente minimum d'un aqueduc étant de 10 centimètres par kilomètre, il résulte de la simple inspection du tableau qu'un ouvrage de ce genre ne peut être construit, dans la basse Égypte, entre le nilomètre et la mer.

» Entre Assouan et le nilomètre, on gagnerait $1^m,36$ par 100 kilomètres, soit pour 922 kilomètres, $12^m,54$. On obtiendrait sans doute quelques mètres de plus et surtout on sortirait plus tôt du champ des crues, en partant du sommet des cataractes. Mais quelle entreprise colossale! Est-il un seul ingénieur qui, aujourd'hui même, oserait l'entreprendre?

» Les anciens, avec leur pente minimum de 50 centimètres par kilomètre, étaient donc dans l'impossibilité de construire un aqueduc en Égypte.

» Ces indications théoriques sont confirmées par les faits :

« On ne trouve, dit M. Linant-Bey, aucune trace d'aqueduc en Égypte, ni plus haut, en Nubie, mais toujours des canaux à ciel ouvert.... »

» Il était intéressant de savoir s'il n'existait pas dans la haute Égypte un cours d'eau quelconque constamment limpide, le *Nil Bleu*, par exemple, qui aurait pu alimenter un aqueduc sans l'envaser. Voici les réponses de M. Linant-Bey à diverses questions relatives à ce sujet.

« L'air est très-sec depuis Thèbes jusqu'à Berber, un peu au nord de l'Atbara. Les orages qui amènent les pluies en Abyssinie proviennent tous de la mer des Indes. Alors les pluies tombent à torrent sur les montagnes, puis plus tard à Sennan, ensuite à Kartoum et enfin jusqu'à l'Atbara, mais en bien moins grande quantité.

» Les pluies qui tombent au nord des montagnes d'Abyssinie, c'est-à-dire au nord du neuvième ou dixième degré de latitude nord, ne font qu'entretenir les crues, qui ont toujours leur origine dans ces montagnes.

» Le *Nil Bleu* ou *Bahr-el-Assrak* est le premier à augmenter; ensuite le *Rhahad* et le *Dinden*, deux de ses affluents; puis le *Mogranne* ou *Atbara*, réunion du *Tacassé* et d'une partie du *Gach*. Avant le commencement des pluies, le Nil Bleu est limpide, le Dinden et le Rhahad sont à sec. L'Atbara est réduit à un petit filet d'eau ayant à peine 6 centimètres de profondeur sur 4 à 5 mètres de largeur, et même souvent est à sec en mars et avril. Un autre cours d'eau, le Toumat, qui vient du sud-sud-ouest et tombe dans le fleuve Bleu au-dessus de Sennan, à Fazoglo, est également à sec. Lorsqu'il entre en crue, ses eaux sont rougeâtres et donnent cette couleur au fleuve Bleu.

» Tous ces cours d'eau sont très-chargés de troubles, de limon et de saletés pendant les crues, surtout l'Atbara, dont le cours est très-rapide et qui charrie de la boue plutôt que de l'eau.

» Le Nil Blanc n'est jamais limpide, ni jamais non plus chargé de limon comme le fleuve Bleu. Quand ses eaux sont basses, elles sont blanchâtres, à peu près comme si on les avait troublées avec du savon ou du son. C'est ce qui lui a fait donner le nom de fleuve Blanc,

Bahr-el-Abiad. Pendant les hautes eaux, non-seulement il est moins limoneux que le Nil Bleu, il est encore beaucoup moins rapide.

» Les affluents du Nil Bleu, jusqu'à Fazoglo, étant à sec pendant l'été, ne sont par conséquent alimentés que par des pluies et non par des sources. Quant au fleuve Bleu lui-même, ce sont probablement des sources coulant dans le lac Zana ou Dembra, qui l'alimentent lorsque la saison des pluies est passée. »

» M. Linant-Bey fait observer que le fleuve Blanc, qui probablement, en temps de basses eaux, est aussi alimenté par des sources, traverse de grands bois et des marais remplis de roseaux, dans lesquels il dépose ses limons en temps de crue. La différence de limpidité des deux fleuves, en temps de basses eaux, tient à ce que le fleuve Blanc traverse d'immenses plaines calcaires ou argileuses, depuis un point situé en amont du Pobot, tandis que le fleuve Bleu coule dans un lit de rochers jusqu'à Fazoglo.

» Il résulte de ces réponses si nettes que jamais les industrieux habitants de l'Égypte n'ont pu, ni dans l'origine de leur civilisation, ni pendant la domination romaine, ni pendant la domination arabe, construire un aqueduc destiné à conduire l'eau, par l'effet de la gravité, dans leurs célèbres cités : les affluents du Nil Bleu sont à sec l'été, le Nil Blanc n'est jamais limpide, le Nil Bleu ne satisfait à cette condition que pendant la moitié de l'année, et le Nil, au-dessous de l'Atbara, sur 2780 kilomètres de longueur, n'a pas une pente suffisante. Ils ont toujours puisé l'eau du fleuve au-dessous du sol, dans les nappes souterraines où elle se clarifie et devient excellente. Ils ont aussi employé aux usages domestiques l'eau des canaux d'irrigation, notamment à Alexandrie (1); mais je ne pense pas qu'ils aient jamais pu appliquer ces canaux à la distribution d'eau des villes, c'est-à-dire les diriger, comme le canal de l'Ourcq, aux points culminants, pour répandre l'eau dans toutes les rues. Suivant M. Linant-Bey, ce n'est qu'à une grande distance de leur prise d'eau dans le fleuve que l'on peut amener les canaux au niveau des terres à irriguer, c'est-à-dire à quelques mètres au-dessus du sol. Comment serait-il possible d'obtenir les dénivellations considérables qu'exige une distribution d'eau ?

» Le puisage de l'eau au-dessous du sol a conduit les Égyptiens à l'emploi des norias et des chapelets, qui sont encore aujourd'hui d'excellentes

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 1743, t. XVI, p. 110. Description des citernes d'Alexandrie. Mémoire de l'abbé de Fontanu. Voir aussi *Description de l'Égypte*, publiée par ordre du gouvernement, 1818, t. II. Mémoire de M. de Saint-Genis, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, p. 58 à 78 (thermes et aqueducs d'Alexandrie).

machines élévatoires. Ils se sont servis de ces machines pour alimenter l'unique aqueduc, dont on trouve les ruines dans leur pays et qui conduisait l'eau du Nil dans la citadelle du Caire, à $94^{m},50$ au-dessus des basses eaux de ce fleuve. M. Linant-Bey a bien voulu m'envoyer une description de cet ouvrage que je résume ainsi :

1° Premier groupe de sakiehs (norias ou chapelets) versant l'eau du fleuve à 28 mètres au-dessus des basses eaux, dans Saba-Sawakieh (réservoir de l'aqueduc)........	$28^{m},00$
2° Aqueduc de 2595 mètres de longueur, situé hors de terre et porté en grande partie sur arcades, mais non voûté, conduisant les eaux ainsi élevées jusqu'à un aqueduc souterrain maçonné sur 740 mètres de longueur, et creusé dans la roche sur 300 mètres. Dans la partie souterraine de l'aqueduc sont établis trois puits et trois groupes de sakiehs, savoir :	
Sakieh de Carameïdan, montant l'eau à........	9,00
Sakieh de Araba-Issan, à........	18,00
Sakieh de la citadelle, à........	39,50
Hauteur totale au-dessus de l'étiage........	94,50

» La pente totale de l'aqueduc est, en outre, de $7^{m},14$; sa longueur étant de 3635 mètres, la pente kilométrique est très-sensiblement de 2 mètres.

» *Grèce*. — Les villes grecques étaient certainement alimentées par des aqueducs, puisque leur gymnasium a servi de type aux constructeurs des Thermes de Rome; mais il ne paraît pas que ces ouvrages aient été considérables.

» Voici ce qu'on lit dans Strabon.

» Les cités de fondation grecque passent pour avoir prospéré à cause de l'attention que leurs fondateurs eurent toujours de les placer dans de belles et fortes situations, dans le voisinage de quelque port, dans de bons pays. *Mais les Romains se sont principalement occupés de ce que les Grecs avaient négligé :* je veux parler des chemins pavés, des *aqueducs*, et de ces égoûts par lesquels toutes les immondices de la ville sont entraînées dans le Tibre (1).

» Les aqueducs des Grecs étaient donc moins importants que ceux des Romains. M. Rayet, qui a beaucoup voyagé dans la Grèce et l'Asie Mineure, n'a point remarqué de ruines d'aqueducs.

» Dans la description de la maison grecque, donnée par M. Léonce Reynaud dans son *Traité d'architecture*, on ne trouve rien qui rappelle la cour intérieure de la maison romaine, le cavœdium, où coulait jour et nuit la fontaine dérivée du château d'eau du quartier. »

---

(1) Strabon, liv. V, chap. III, § 8, traduction de M. la Porte du Theil.

ASTRONOMIE. — M. **Le Verrier** dépose sur le bureau une théorie nouvelle de la planète Neptune, complétant la partie théorique des travaux qu'il a entrepris sur le système planétaire. La séance étant très-chargée, l'auteur remet à lundi prochain la lecture d'un résumé de l'ensemble de ces recherches.

M. **Struve** adresse, de Pulkova, par l'entremise de M. Le Verrier, une Note relative aux « Mesures micrométriques de l'étoile triple ζ Cancri » (1).

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Détermination de la vitesse de la lumière et de la parallaxe du Soleil;* par M. **A. Cornu**.

(Commissaires : MM. Le Verrier, Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie divers perfectionnements relatifs à la méthode imaginée, en 1849, par M. Fizeau pour la détermination directe de la vitesse de la lumière. Ces perfectionnements, expérimentés sur une distance modérée (10 310 mètres entre l'École Polytechnique et le Mont-Valérien, V = 298 500 kilomètres, erreur probable inférieure à 0,01), ont entièrement réussi et ont permis d'affirmer que la méthode perfectionnée était capable de donner des résultats d'une grande précision à la condition d'opérer sur une distance plus considérable et mieux déterminée, et d'employer des appareils plus puissants.

» Les préparatifs de l'expédition pour l'observation du passage de Vénus ont ramené l'attention des astronomes sur l'utilité d'une détermination précise de la vitesse de la lumière; car cette vitesse, combinée avec certaines constantes astronomiques, permet de calculer la parallaxe du Soleil dont l'observation directe exige de si pénibles voyages et le dévouement de tant d'astronomes. Aussi sur la proposition de M. Le Verrier, directeur de l'Observatoire de Paris, et de M. Fizeau, membre du Conseil, le Conseil de l'Observatoire, décidait-il, au commencement de 1874, qu'une détermination de la vitesse de la lumière serait entreprise sans rien négliger de ce qui pourrait donner à l'opération toute la précision désirable.

» Le Conseil me fit l'honneur de me confier cette opération importante. Très-honoré et très-heureux de cette décision, j'aurais toutefois hésité à accepter une si grave responsabilité si je n'avais été vivement encouragé

(1) Cette Communication, qui doit être accompagnée de figures, sera insérée dans le prochain *Compte rendu*.

par M. Fizeau qui n'a cessé, pendant toute la durée de ce travail, de me prodiguer les conseils les plus bienveillants et les plus précieux.

» Après un examen approfondi de diverses stations, j'adoptai l'Observatoire et la tour de Montlhéry, distants d'environ 23 kilomètres. Je fus guidé dans ce choix par cette considération que la valeur de la distance de ces deux points est à l'abri de toute discussion. En effet, leur position a été déterminée ou vérifiée par les observateurs les plus éminents; spécialement à l'occasion de grands travaux géodésiques et de la mesure de la vitesse du son entrepris au siècle dernier par l'Académie, lors des opérations de la méridienne, de la détermination du mètre, de la carte de France et de la nouvelle mesure de la vitesse du son exécutée par le Bureau des Longitudes. Ces deux stations sont donc en quelque sorte classiques et sont liées aux plus glorieux souvenirs de l'histoire de la science française.

» L'expérience a été installée dans des conditions dignes de l'importance du problème à résoudre. La lunette d'émission n'a pas moins de $8^m,85$ de distance focale et $0^m,37$ d'ouverture. Le mécanisme de la roue dentée permet d'imprimer à celle-ci des vitesses dépassant 1600 tours par seconde; le chronographe et l'enregistreur électriques assurent la mesure du temps au millième de seconde. M. Bréguet, à qui la construction de ces mécanismes avait été confiée, a apporté à leur exécution le concours dévoué qu'il a toujours prêté à toutes les opérations auxquelles son nom est associé.

» Tous ces appareils sont solidement établis sur la terrasse supérieure de l'Observatoire : une communication électrique, établissant la correspondance du chronographe avec les battements de la pendule de la salle méridienne, fixe l'unité de temps avec la plus grande précision. A la station opposée, sur le sommet de la tour de Montlhéry, il n'y a qu'un collimateur à réflexion dont l'objectif a $0^m,15$ d'ouverture et 2 mètres de distance focale; il est enveloppé par un gros tuyau de fonte, scellé à la muraille, pour le soustraire à la curiosité des visiteurs.

» La description des appareils et de la méthode d'observation sera l'objet d'un Mémoire détaillé. Je rappellerai seulement le principe de la méthode : on envoie à travers la denture de la roue en mouvement un faisceau de lumière qui va se réfléchir à la station opposée. Le point lumineux qui en résulte au retour des rayons paraît fixe, malgré les interruptions du faisceau, grâce à la persistance des impressions de la rétine. L'expérience consiste à chercher la vitesse de la roue dentée qui éteint cette espèce d'*écho lumineux*. L'extinction a lieu lorsque, dans le temps nécessaire à la lumière pour parcourir le double de la distance des stations, la roue a substitué le *plein* d'une dent à l'*intervalle* de deux dents qui livrait au départ le passage à la lumière; de sorte que l'extinction d'ordre n correspond au

passage de $2n - 1$ demi-dents durant ce court espace de temps. La loi du mouvement du mécanisme qui entraîne la roue dentée s'inscrit sur un cylindre enfumé, et l'observateur, par un signal électrique, enregistre le moment précis où la vitesse convenable est atteinte.

» Les observations sont ainsi conservées sous forme de tracés que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

» Voici le résumé des résultats déduits de 504 expériences que j'ai cherché à varier par la diversité des roues, le nombre et la forme des dents, ainsi que par la grandeur et le sens de la rotation. Ces résultats représentent la vitesse de la lumière dans l'air, exprimée en kilomètres par seconde de temps moyen : ils sont rangés suivant l'ordre n de l'extinction qui les a déterminés; le nombre qui les accompagne représente leur *poids relatif*, à savoir : le produit du nombre d'observations par le facteur $2n - 1$.

	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$	$n=9$	$n=10$	$n=11$	$n=12$
V.............	300 130	300 530	300 750	300 820	299 940	300 550	300 640	300 350	300 500
$k \times (2n-1)$....	15×7	33×9	20×11	10×13	7×15	94×17	69×19	72×21	3×23
	$n=13$	$n=14$	$n=15$	$n=16$	$n=17$	$n=18$	$n=19$	$n=20$	$n=21$
V.............	300 340	300 350	300 290	300 620	300 000	300 150	299 550	»	300 060
$k \times (2n-1)$...	4×25	9×27	65×29	4×31	22×33	35×35	6×37	»	36×41

» La concordance de ces nombres est aussi grande qu'on peut le désirer dans des expériences aussi difficiles et que les moindres ondulations des couches atmosphériques peuvent empêcher; il est vrai que j'ai toujours attendu, ce qui a beaucoup exercé ma patience, une pureté et un calme exceptionnels dans l'atmosphère pour faire ces mesures; mais, grâce à cette précaution, les séries ont toujours été très-régulières. Il est nécessaire d'ajouter que, dans aucun cas, les troubles atmosphériques ne peuvent être la cause d'erreurs systématiques, car leur arrivée est entièrement fortuite, et sur la moyenne d'un grand nombre d'observations leur influence est nulle.

» Ces expériences ont été faites de nuit à l'aide de la lumière Drummond, à l'exception de la série du quinzième ordre qui, par une circonstance météorologique exceptionnellement favorable, a pu être exécutée de jour avec la lumière du Soleil. Malgré la différence de nature dans la source lumineuse, le résultat ne diffère pas du résultat moyen.

» La moyenne de toutes ces valeurs, en ayant égard au *poids* de chaque groupe, est égale à 300 330, qui, multipliée par l'indice de réfraction moyen de l'air 1,0003, donne comme résultat définitif la vitesse de la lumière dans le vide, $V = 300400$ kilomètres par seconde de temps moyen, avec une erreur probable inférieure à 1 millième en valeur relative.

» La parallaxe solaire s'en déduit de deux manières différentes.

» 1° *D'après l'équation de la lumière.* — C'est ainsi qu'on désignait au siècle dernier le temps θ que met la lumière du Soleil à parcourir le rayon

moyen R de l'orbite terrestre. La discussion de plus de mille éclipses des satellites de Jupiter a donné à Delambre $\theta = 473^s,2$ secondes moyennes. En appelant ε la parallaxe du Soleil et ρ le rayon équatorial de la Terre ($\rho = 6378^{km},233$), on a évidemment $R = V\theta$, $\rho = R \tang r$, d'où $\tang \varepsilon = \frac{\rho}{V\theta}$ et $\varepsilon = 8'',878$.

» 2° *D'après l'aberration de la lumière.* — Bradley qui a découvert ce phénomène, a trouvé pour la demi-élongation annuelle α d'une étoile idéale située au pôle de l'écliptique (élongation due à la composition de la vitesse moyenne u de la Terre dans son orbite avec la vitesse V de la lumière), la valeur $\alpha = 20'',25$. D'après W. Struve, ce nombre devrait être porté à $20'',445$. L'équation de condition s'écrit, en désignant par T la durée en secondes moyennes de l'année sidérale ($T = 365,26 \times 86400$)

$$\tang \alpha = \frac{u}{V} = \frac{2\pi R}{VT} = \frac{2\pi\rho}{VT \tang \varepsilon}, \quad \text{d'où} \quad \tang \varepsilon = \frac{2\pi\rho}{VT \tang \alpha}.$$

» Par substitution de $\alpha = 20'',25$ on déduit $\varepsilon = 8'',881$ avec $20'',445$; on trouve $8'',797$. La concordance des deux méthodes est complète si l'on adopte le nombre de Bradley.

» Je rappellerai que Foucault avait, par la méthode du miroir tournant, trouvé pour la vitesse de la lumière le nombre 298000 kilomètres, mais avec une approximation indéterminée, et qu'en combinant ce nombre avec la constante de Struve il concluait $8'',86$ pour la parallaxe solaire.

» L'étude des perturbations planétaires conduit à une valeur de la parallaxe qui accroît encore l'intérêt de cette concordance. Je citerai spécialement l'étude approfondie des perturbations du mouvement de Vénus et de Mars, faite par M. Le Verrier, et qui l'a conduit aux nombres suivants : $\varepsilon = 8'',853$ par la considération des latitudes de Vénus aux instants des passages de 1761 et 1769; $\varepsilon = 8'',859$ par la discussion des observations méridiennes de Vénus, dans un intervalle de 106 ans; enfin $\varepsilon = 8'',866$, déduite de l'occultation de ψ du Verseau observée par Richer, Picard et Rœmer, le 1er octobre 1672; la moyenne de ces valeurs donne $8'',86$.

» En résumé, on peut classer les méthodes qui servent en Astronomie à déterminer la parallaxe du Soleil en trois groupes :

» 1° Les *méthodes physiques* fondées sur l'observation d'un phénomène optique; elles comprennent l'observation des éclipses des satellites de Jupiter ou l'aberration des fixes combinées avec la valeur de la vitesse de la lumière, déduite sans l'intervention d'autres phénomènes astronomiques; le présent travail permet de mettre à profit les observations qui sont la base de la méthode : les résultats sont $\varepsilon = 8'',88$, $8'',88$, $8'',80$. Moyenne $8'',85$;

» 2° Les *méthodes analytiques* qui s'appuient sur la comparaison des ob-

servations astronomiques avec les lois théoriques fondées sur le principe de la gravitation universelle : elles donnent, comme on vient de le voir, des valeurs voisines de 8″,86;

» 3° Les *méthodes purement géométriques* sur les déplacements parallactiques des planètes voisines de la Terre : les oppositions de Mars ont fourni en 1862 $\varepsilon = 8'',84$. Mais le passage de Vénus sur le Soleil est le phénomène où la méthode géométrique peut atteindre la plus grande précision.

» On voit donc quel intérêt il y a pour l'Astronomie à déterminer la parallaxe du Soleil par trois méthodes indépendantes; j'espère que les expériences que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie justifieront par leur précision l'importance théorique de la méthode physique. »

M. **Le Verrier**, après avoir entendu la lecture de la Note de M. A. Cornu, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Plusieurs de nos confrères nous ont exprimé le désir d'assister à la répétition des expériences de M. Cornu.

» Nous nous sommes déjà entendu avec lui pour que les constructions et appareils établis sur la terrasse de l'Observatoire y soient maintenus tout le temps nécessaire, pour que la Commission de l'Académie et tous ceux de nos confrères que ces expériences intéresseront puissent en prendre connaissance.

» En donnant à M. Cornu les moyens d'effectuer sur une grande échelle le travail dont il vient de présenter le résultat à l'Académie, le Conseil de l'Observatoire a voulu, non-seulement assurer la réalisation d'un travail attendu depuis longtemps, mais aussi donner un premier témoignage de son intention, à laquelle s'associent tous les fonctionnaires de l'établissement, de mettre les grands moyens dont nous disposons, et qui vont encore s'augmenter, à la disposition des savants pour l'exécution d'entreprises utiles au progrès de l'Astronomie et de l'Optique.

» La grande galerie de Physique où Arago a fait tant de recherches importantes vient d'être restaurée à cet effet et rendue à sa destination scientifique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Observations sur les phénomènes essentiels de la fécondation chez les Algues d'eau douce du genre* Batrachospermum; par M. **Sirodot.**

(Commissaires : MM. Decaisne, Trécul, Duchartre.)

« Les remarquables études de MM. Thuret et Bornet sur un grand nombre de genres de la division des Floridées, les observations de M. Solms-Laubach sur le genre *Batrachospermum*, en particulier, ont révélé dans ce groupe d'Algues, si remarquable par l'élégance des formes et la beauté du coloris, l'existence des organes de la fécondation, de l'anthéridie et du trichogyne.

» Les formes, les dispositions de ces organes ont été très-exactement décrites; mais l'observation, après avoir constaté le transport de l'*anthérozoïde immobile* sur le trichogyne, et même leur soudure au point de contact, n'a pas fourni de preuves décisives pour justifier l'opinion, généralement admise, de la résorption des membranes cellulaires en contact et du passage direct du contenu de l'anthérozoïde immobile dans le trichogyne. De plus, la constitution définitive, à l'état d'utricule clos, de la cellule primordiale du cystocarpe ne me paraît pas avoir suffisamment fixé l'attention des organogénistes.

» Il reste donc, dans la série des phénomènes essentiels de la fécondation chez les Floridées, d'importantes lacunes, que je me suis proposé de combler. J'exposerai, tout d'abord, quelques considérations critiques sur la dénomination d'*anthérozoïde immobile*, appliquée à l'utricule fécondant issu de l'anthéridie.

» L'expression d'*anthérozoïde*, dans le sens que lui donnent les botanistes, implique l'idée d'un mouvement spontané résultant de l'action, soit de cils vibratiles, soit de filaments flagelliformes; alors le correctif d'*immobile* devrait indiquer, ce me semble, une aptitude au mouvement spontané, qui ne pourrait être mise en jeu pour quelque cause que ce soit. Cependant aucune observation ne peut faire soupçonner cette aptitude au mouvement spontané chez l'utricule fécondant, émis par l'anthéridie.

» La dénomination d'anthérozoïde immobile pourrait faire penser que, entre l'élément fécondant des Floridées et l'anthérozoïde réellement mobile, l'anthérozoïde des *Fucus* ou des *Vaucheria*, il existe des rappro-

chements qu'on chercherait vainement entre ce même élément et le pollen. Or c'est précisément le contraire qu'indique l'observation.

» Les micrographes qui ont été assez heureux pour avoir rencontré l'anthérozoïde mobile dans le voisinage immédiat de l'organe femelle paraissent d'accord sur ce fait essentiel, qu'il se fond dans l'oosphère, sans laisser de traces de son existence antérieure; l'anthérozoïde mobile ne représente alors qu'un protoplasma nu, qu'une cellule primordiale dépourvue de paroi membraneuse. L'anthérozoïde immobile des Floridées, observé dans le voisinage du trichogyne, a acquis, au contraire, tout le développement d'une cellule à paroi propre, dont la membrane enveloppe reste adhérente au trichogyne longtemps après l'accomplissement des phénomènes essentiels de la fécondation.

» Nous retrouvons donc un fait identique à celui qu'on observe chez les Phanérogames, où la membrane enveloppe simple ou cuticularisée de la cellule pollinique reste adhérente à la surface stigmatique, ou même se soude avec l'une des cellules superficielles. Généralement la cellule pollinique émet un prolongement tubuleux, qui chemine à travers un tissu conducteur; ce n'est qu'exceptionnellement que se produit la soudure directe avec un élément cellulaire de la surface stigmatique. Chez les Floridées, la soudure immédiate de l'anthérozoïde immobile avec le trichogyne est le fait normal, mais le prolongement tubuleux ne fait pas absolument défaut; on peut l'observer toutes les fois que l'anthérozoïde immobile se trouve arrêté à une petite distance du trichogyne : c'est alors par l'extrémité de ce prolongement que se fait la soudure.

» Ces considérations constituent d'importantes analogies entre le pollen des Phanérogames et l'anthérozoïde immobile des Floridées; elles me paraissent suffisantes pour justifier la suppression de la dénomination d'*anthérozoïde immobile*, à laquelle serait substituée celle de *pollinide* (semblable au pollen).

» En supposant l'expression adoptée, les termes de *pollinie* (masse pollinique des Orchidées, Asclépiadées), *pollinode* (ramuscule copulateur chez les Champignons, Ascosporées pyrénomycètes), *pollinide* (vésicule fécondante issue de l'anthéridie des Floridées), auront une signification assez précise pour ne donner lieu à aucune confusion.

» Dans la série des phénomènes de la fécondation chez les Floridées, le point capital est assurément la résorption présumée des membranes cellu-

laires du pollinide et du trichogyne, après leur soudure, et le passage direct du contenu du pollinide dans le trichogyne.

» Si la vérification expérimentale de ce fait est littéralement irréalisable chez la plupart des Floridées, parce que le trichogyne s'y présente sous la forme d'un filament, si étroitement capillaire, que son diamètre transversal ne mesure que quelques millièmes de millimètre, elle est possible dans le genre *Batrachospermum*, le trichogyne court offrant une dimension transversale égale ou même supérieure au diamètre du pollinide de forme sphérique. Toutefois, toutes les espèces du genre ne se prêtent pas également à l'observation. Le plus souvent, l'organe femelle terminal se dérobe au centre d'un faisceau de ramuscules bractéiformes; mais, dans une espèce dioïque de mon groupe des *Helminthosa* (espèce que je dédie à Bory sous le nom de *Batrachospermum boryanum*), les ramuscules bractéiformes très-courts laissent toute liberté pour l'observation du trichogyne et du développement du cystocarpe.

» Sur cette espèce, prenant pour point de départ le moment où le pollinide se fixe sur le trichogyne, toutes les phases du phénomène de la fécondation passent successivement sous les yeux de l'observateur : avant la résorption des membranes cellulaires en contact, le contenu du trichogyne, dont la transparente homogénéité est à peine altérée par de rares gouttelettes huileuses, fait contraste avec le contenu granulé et légèrement floconneux du trichogyne; après la résorption, le contenu du pollinide se gonfle et avance lentement, sous forme de bourrelet étranglé, suivant le plan de soudure, dans le protoplasma, encore homogène, du trichogyne; le mélange des deux protoplasma se fait ensuite progressivement, jusqu'à ce que le contenu du pollinide et du trichogyne présente exactement le même aspect. Cette série d'observations ne laisse plus de place au doute, relativement à la résorption des membranes en contact et au passage direct du contenu du pollinide dans le trichogyne.

» Le mélange des deux protoplasma étant complet, on peut encore vérifier le fait de la résorption des membranes en contact; l'emploi de la combinaison d'un objectif à immersion et de l'oculaire n° 3 ou de l'oculaire holostère n° 4 (Hartnack), donnant un grossissement de 700 à 800 diamètres, fera voir distinctement une libre communication entre la cavité du pollinide et celle du trichogyne. La netteté de cette communication sera encore accentuée sous l'action des réactifs ordinairement employés pour colorer les membranes cellulaires.

» La cellule primitive du cystocarpe ne se constitue qu'après le mélange des deux protoplasma. Avant la fécondation, l'organe femelle est une cellule terminale unique, qu'un étranglement divise en deux compartiments très-inégaux : l'un basilaire, très-petit, destiné à la formation de la première cellule cystocarpienne; l'autre terminal, très-grand, est le trichogyne.

» Jusqu'à ce que le mélange des deux protoplasma se soit effectué, on peut constater : 1° la libre communication des deux compartiments par un canal étroit; 2° un arrêt dans l'extension du compartiment cystocarpien, pendant l'accroissement de volume du trichogyne.

» Si la fécondation ne se produit pas, le trichogyne peut s'allonger jusqu'à doubler de volume sans que le compartiment basilaire participe à cet accroissement; mais, la fécondation opérée, après la fusion du protoplasma, le trichogyne devient inerte, tandis que le compartiment cystocarpien prend un accroissement rapide : en même temps, le protoplasma occupant l'étroit canal de communication s'épaissit, se solidifie et ferme cette communication. Ainsi se constitue définitivement à l'état d'utricule clos la première cellule cystocarpienne.

» La ramification fasciculée du cystocarpe naît par bourgeonnement multiple sur cette première cellule.

» Il résulte de ces observations que, dans le genre *Batrachospermum*, les phénomènes essentiels de la fécondation se présentent avec tous les caractères d'une *conjugaison* dans laquelle une partie seulement du mélange du protoplasma se trouve utilisée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Théorie des météores à tourbillons*. Mémoire de M. **Cousté**, présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, H. Mangon, Resal.)

« Je désigne sous le nom générique de *météores à tourbillons* la *trombe* proprement dite, le *tornado*, le *cyclone*, l'*ouragan*, la *grêle* et le *grésil*, l'*averse* ou l'*ondée*, la *bourrasque*, les *centres de dépression*. Je crois et je me propose de démontrer que tous ces météores dérivent de la trombe.

» Dans cette première partie de mon travail, j'étudie la trombe proprement dite, celle qui se présente sous la forme d'une colonne descendant jusqu'à la surface de la terre sur les continents et les mers. Partant de l'hypothèse d'un *courant gyratoire ascendant* dans l'intérieur de la trombe, je commence par en déduire cinématiquement :

» 1° La rotation de la trombe autour de son axe géométrique, en sens inverse de la gyration;

» 2° Les oscillations verticales de la colonne; la faculté, en quelque sorte, que possède le météore, en s'élevant ou s'abaissant dans l'atmosphère, d'épargner tels obstacles, d'en attaquer tels autres;

» 3° La translation de la colonne parallèlement à elle-même, les caractères généraux de la trajectoire, dont la courbure augmente avec la vitesse angulaire de la gyration, les changements de direction, les sinuosités, les zigzags, les variations de vitesse de translation;

» 4° La contexture de la trombe en tubes concentriques; la forme tronconique de la partie apparente de la colonne, sa quasi-verticalité; sa rigidité, sa propriété de se transporter dans l'atmosphère et d'y accomplir de prodigieuses quantités de travail, sans se rompre ni même se déformer; enfin les apparences variées sous lesquelles le météore se présente.

» Tous ces faits sont la conséquence d'écoulements d'air latéraux (désignés sous le nom de *filets radiants*) produits par la force centrifuge née de la gyration, et aussi par l'échauffement dû aux frottements occasionnés par la gyration.

» Je détermine ensuite le principe de la génération de la trombe : c'est le développement (qui s'accomplit dans des circonstances particulières précisées dans le Mémoire) de l'un des petits courants ascendants, en nombre infini, auxquels donne naissance tout nuage en équilibre dans une atmosphère calme, et ce petit courant, embryon de la trombe, résulte de la dissolution instantanée d'une petite quantité d'*eau sphérulaire* (appellation remplaçant celle d'*eau vésiculaire*) dans l'air non saturé placé immédiatement au-dessous du nuage.

» Je prouve que la colonne, qui paraît suspendue au nuage, n'est qu'une partie de la trombe; que celle-ci pénètre le nuage et s'étend au delà; que les filets radiants, qui se déversent dans le nuage, y dissolvent subitement l'eau sphérulaire qu'ils rencontrent, et déterminent autour de la colonne une expansion de vapeur d'eau qui produit, sur le tirage naturel de la colonne, des effets analogues à ceux de la tuyère excitatrice du tirage, dans une cheminée de locomotive; et tel est le *moteur de la trombe*. Ainsi le nuage porte avec soi le germe de la trombe et l'élément nécessaire pour la développer et lui faire parcourir toutes ses phases; ce germe, cet aliment, c'est l'eau sphérulaire; l'agent qui le met en activité, c'est le calorique, qui se manifeste ici par la vaporisation.

» Je fais une évaluation approximative de la puissance d'une trombe de

20 mètres de diamètre au noyau, et de 1000 mètres de hauteur apparente; je trouve que la puissance d'un tel météore pourrait être comparée à celle d'une immense mitrailleuse d'un genre particulier, aspirant des projectiles au lieu de les lancer, qui aurait pour section un cercle de 20 mètres de diamètre, foré de 314 bouches à feu, dans chacune desquelles se précipiteraient, à des intervalles d'une seconde, avec une vitesse de 500 mètres par seconde, des boulets d'environ 3 kilogrammes. De cette évaluation, je conclus que les forces que je considère dans cette théorie et leur mode d'action sont capables de produire les immenses effets mécaniques des trombes.

» Enfin j'applique ma théorie à deux trombes bien connues : l'une, celle de Kœnigswinter, décrite par von Rath, et l'autre, celle de Montville ou de Malaunay, décrite, quant aux effets produits, par Pouillet; je rends compte de tous les faits qui furent observés dans ces météores. »

VITICULTURE. — *Observations sur la reproduction du Phylloxera de la vigne;* par M. **Balbiani**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Mes observations ont été faites à Montpellier, en plein centre d'invasion phylloxérique. Elles embrassent une période de six mois, savoir de la fin de mai au commencement de novembre. Cette période est celle de la vie active du Phylloxera, et c'est pendant sa durée que s'accomplissent toutes les phases principales de son évolution annuelle. Malgré une étude attentive et suivie presque jour par jour, des lacunes importantes dans son histoire n'ont pu être comblées; plus d'un anneau manque encore à la chaîne des faits, et mes efforts n'ont pas abouti jusqu'ici à en établir la continuité, comme je l'ai fait antérieurement pour le Phylloxera du chêne.

» J'ai rencontré en effet, dans ces observations, des difficultés que ne m'avaient pas offertes, au même degré du moins, mes études de l'an dernier sur le *Phylloxera quercûs*, bien qu'elles eussent été entreprises pour me servir de guide dans celles que je me proposais de faire sur son congénère, le redoutable *Phylloxera vastatrix*. Je dois quelques mots d'explication sur les causes qui ont entravé mes recherches, car elles ont aussi leur signification dans la question qui nous occupe.

» Je n'ai pas été arrêté par des obstacles matériels, tenant, par exemple, à la petitesse des objets d'observation, bien que l'on puisse appliquer au Phylloxera ce que le zoologiste Christian Nitzsch dit des petits insectes épi-

zoaires qu'il étudiait, savoir que leur dissection est une véritable *Anatome per exspectationem.* Les difficultés dont je parle sont d'ordre tout physiologique, comme je le montrerai plus loin; mais je puis les indiquer dès à présent, en disant que j'avais affaire à une espèce dont la vitalité va en s'épuisant avec le nombre des générations qui proviennent les unes des autres, si bien que, arrivé à un certain point de mes recherches, je constatai un arrêt presque complet des phénomènes de reproduction. Cet épuisement progressif des fonctions génératrices a lieu, même dans les conditions naturelles où l'insecte accomplit les diverses phases de son évolution; mais il atteint surtout rapidement ses dernières limites dans les circonstances factices où l'observateur est presque toujours forcé de le placer pour le rendre accessible à ses études. Malheureusement, au moment où ces difficultés furent reconnues, il était trop tard pour essayer d'y remédier en adoptant une marche différente dans les observations. Il en est résulté que, outre une grande perte de temps, diverses phases importantes de la vie de l'insecte n'ont pu être élucidées; mais, instruit par l'expérience, j'espère être assez heureux pour combler dans la prochaine campagne les lacunes actuelles de mes recherches.

» Au début de mes observations, à la fin du mois de mai dernier, il y avait déjà un temps assez long que le Phylloxera était sorti de son engourdissement hivernal, M. Faucon, qui a suivi jour par jour le *réveil* de l'insecte, indiquant le commencement d'avril, pour les régions du Midi de la France, comme l'époque de son retour à la vie active, sous l'influence du réchauffement du sol. Les pontes et les éclosions, suspendues pendant la saison froide, avaient repris partout leur cours, et l'on apercevait les premiers-nés de l'année, reconnaissables à leur belle couleur jaune d'or, mêlés en grand nombre aux mères pondeuses et à des œufs non moins nombreux attendant le moment de l'éclosion. Les radicelles, et surtout les renflements de leurs extrémités, déterminés par la piqûre du parasite, étaient chargés d'individus de toute taille, tandis que ceux-ci étaient relativement rares sur les grosses racines. Plus tard, lorsque la destruction des renflements a amené la mort des radicelles, c'est, au contraire, sur les grosses racines que les insectes s'accumulent et restent visibles tant que celles-ci conservent une quantité suffisante de suc nourricier.

» Parmi les mères pondeuses, dont la plupart n'avaient pas encore atteint la plénitude de leur taille, on remarquait quelques sujets beaucoup plus gros et qui n'étaient probablement autre chose que des femelles adultes de l'année précédente, dont l'hiver avait interrompu les pontes et

qui s'étaient remises à engendrer au retour de la belle saison (1). Quant aux nymphes, il n'en était pas encore question à cette époque précoce de l'année, et encore moins des insectes ailés.

» Dans une série de Mémoires adressés l'année dernière à l'Académie, M. Max. Cornu a fait une étude approfondie du Phylloxera aptère, de ses mœurs et de ses caractères différentiels aux divers âges de la vie. Je n'aurai, par conséquent, pas besoin de revenir sur les faits décrits par ce consciencieux observateur, et je me bornerai, dans ce travail, à exposer plus spécialement ce qui concerne la reproduction du Phylloxera. En circonscrivant ainsi le sujet de mes études, on verra qu'un vaste champ, à peine exploré, s'ouvrait encore à mes recherches.

» Tous les observateurs sont unanimes pour décrire la prodigieuse rapidité de multiplication du Phylloxera. M. Faucon compare à une couche de couleur jaune l'aspect que présente la surface de certaines racines en septembre. Cette fécondité est due à plusieurs causes : la principale tient au mode de reproduction du Phylloxera. Cet insecte est un exemple de reproduction par parthénogénèse ou sans le concours du mâle, faculté qu'il partage avec plusieurs autres animaux de la même classe. Non-seulement toute la population est femelle, mais chaque individu, chaque œuf même, dès l'instant qu'il est évacué, est fatalement fécond. Tout sujet, par cela même qu'il vient au monde, doit un tribut forcé à l'accroissement de la société dont il fait partie, tribut qu'il paye dans une large mesure.

» J'ai constaté que les femelles établies sur les nodosités des radicelles, plus riches en principes nutritifs que les grosses racines, atteignent aussi plus rapidement l'âge de la reproduction et font des pontes beaucoup plus copieuses que les individus vivant sur les racines ligneuses. Il n'est pas rare, en effet, d'observer chez elles des pontes de dix à treize œufs en un seul jour. Il en résulte que les générations se succèdent bien plus rapidement sur les renflements que sur les autres parties du système radical, et que, par conséquent, les cycles de reproduction s'y ferment beaucoup plus

(1) D'après MM. Faucon et Max. Cornu, toutes les mères adultes de l'année périraient à l'approche de l'hiver, de sorte que les Phylloxeras hibernants seraient exclusivement composés de jeunes individus n'ayant pas encore pondu et dont le froid a arrêté le développement. Je pense toutefois que certaines grosses femelles, déjà visibles au printemps avec toute leur taille, ont hiverné dans les fentes de l'écorce des racines pour se remontrer à la saison nouvelle. On sait d'ailleurs que, chez certains pucerons, un petit nombre de femelles hivernent sous l'écorce des arbres pour continuer à se reproduire au printemps.

tôt par l'apparition de la génération sexuée, qui dérive de la forme ailée. C'est ainsi, je crois, qu'il faut expliquer cette remarque de M. Cornu, que les renflements sont le siége principal de la production des nymphes et des insectes ailés, tandis que ceux-ci sont toujours rares sur les grosses racines. Toutefois, dans certaines circonstances spéciales, l'évolution dont le dernier terme est l'apparition des individus sexués peut s'y faire d'une manière tout aussi abondante et active que sur les renflements; mais, comme ces conditions ne doivent se présenter que rarement dans la nature, tandis qu'elles peuvent être reproduites à volonté dans le laboratoire, je crois inutile de m'y arrêter ici.

» Une autre cause de la rapide multiplication du Phylloxera est la brièveté du temps exigé pour l'éclosion des œufs. D'après mes observations, ce temps, en été, ne dépasse pas sept à huit jours, par une température de 20 à 25 degrés C., et peut même se réduire à quatre ou cinq jours, lorsque le thermomètre monte à 25 ou 30 degrés. Ces chiffres, qui concordent sensiblement avec ceux de mes devanciers, peuvent être rapprochés aussi des résultats obtenus chez les autres espèces de Phylloxeras, notamment chez celle du chêne.

» Nous retrouvons encore l'influence de la température, combinée avec celle d'une alimentation plus ou moins riche, dans la rapidité avec laquelle les générations succèdent les unes aux autres. C'est par les fluctuations déterminées par cette double influence qu'il faut probablement expliquer les données assez peu concordantes des observateurs qui ont fixé leur attention sur ce point. Tandis que, par exemple, M. Riley, en Amérique, ne donne que dix à douze jours comme terme moyen de l'intervalle entre chaque génération, M. Cornu fait varier de douze à quinze jours le temps qui s'écoule entre l'éclosion et la ponte, et suivant M. Lichtenstein il ne serait même que de six à huit jours seulement.

» Tous ces résultats peuvent être exacts pour les cas particuliers auxquels ils s'appliquent; mais, pour obtenir une moyenne exprimant la généralité des faits, il faut la déduire d'une longue série d'observations, analogues à celles faites jadis par Bonnet et plus récemment par Duvau chez les pucerons. Je n'ai point, pour ma part, institué d'expériences spéciales à ce sujet; elles nécessitent un temps et une attention qu'il ne m'était pas loisible de leur consacrer en présence des nombreuses questions, plus importantes au point de vue pratique, qui se rattachent à l'évolution du Phylloxera. J'ai constaté cependant d'une manière générale, comme je l'ai déjà dit plus haut, que les générations se renouvellent plus fréquemment sur

les renflements charnus des radicelles que sur les grosses racines ligneuses, et que les jeunes acquièrent en moins d'une semaine, sur les premiers, la grosseur qui indique leur aptitude à la reproduction.

» Il est, au contraire, d'autres causes qui entravent d'une manière plus ou moins forte la multiplication du Phylloxera. Parmi ces causes, celle qui exerce l'effet le plus général et le plus souvent signalé est l'abaissement de la température. On sait en effet que, pendant l'hiver, les pontes et l'accroissement individuel cessent complétement chez ces insectes. Un état de sécheresse prolongée agit d'une manière identique. Sous la serre que M. P. Thenard eut l'obligeance de me faire construire en plein champ de vignes, pour mes observations, les Phylloxeras étaient tombés, dès la fin de l'été, dans un état très-analogue à celui qu'ils présentent pendant l'hibernation. Tous les individus, gros et petits, avaient pris la teinte cuivrée des Phylloxeras pendant l'hiver, et l'on ne voyait presque plus d'œufs sur les racines; enfin, dans le corps des femelles, le développement des œufs s'était complétement arrêté. Exposés à l'humidité, les insectes reprirent au bout de quelques jours leur coloration jaune normale, et les pontes ne tardèrent pas à recommencer.

» Vers le mois de juillet (1), on remarque qu'un certain nombre de jeunes individus, d'abord tout semblables aux autres, prennent, en grossissant, une forme plus allongée, en même temps qu'ils s'atténuent à leur partie postérieure par l'élongation des derniers articles de l'abdomen. Au lieu de prendre la forme d'une petite tortue, suivant une comparaison qui a souvent été faite, pour passer à l'état de mère pondeuse, ils affectent celle d'une poire ou d'une raquette, dont la grosse extrémité correspond à la tête. Bientôt apparaissent sur les parties latérales du corps, vers le milieu de sa longueur, des rudiments de fourreaux d'ailes, sous la forme de deux petits appendices noirâtres, étroitement appliqués contre le corps. En même temps, un étranglement du tronc se manifeste en arrière de ces appendices et délimite les portions thoracique et abdominale, jusque-là confondues. L'insecte a passé alors à l'état de nymphe; enfin, au bout d'un temps variable et à la suite d'une dernière mue, la nymphe se transforme elle-même en insecte ailé et parfait. Celui-ci apparaît à la surface du sol et une nouvelle phase d'existence commence pour l'animal.

» Si l'observation des mœurs du Phylloxera aptère présente des diffi-

(1) Il ne faut pas oublier que mes indications chronologiques ne se rapportent qu'à la latitude de Montpellier.

cultés particulières en raison de son existence cachée dans l'intérieur du sol, celle du Phylloxera ailé est moins aisée encore, parce que, aussitôt apparu, il fuit au loin et se dérobe à l'observateur. Sans doute, il est facile de le saisir et de l'incarcérer dans des flacons ou autres récipients, et d'examiner comment il se comporte dans ces conditions, mais l'observation de l'animal captif ne peut donner aucune idée de ses mœurs à l'état de liberté. Ses allures inquiètes témoignent son impatience et son malaise, sa vie est abrégée, et le plus souvent il meurt sans s'être débarrassé de ses œufs. C'est qu'en effet on supprime, par la captivité, toute une phase importante de la vie de l'insecte, celle de la migration, qui est le but essentiel de son existence, et qu'un instinct irrésistible l'oblige à accomplir avant de se livrer aux actes normaux de la reproduction. Ainsi se comportent beaucoup d'autres insectes; tels sont aussi, dans les classes supérieures, un grand nombre d'oiseaux et de poissons.

» D'autre part, des difficultés considérables s'opposent à l'observation de l'insecte en liberté; on le perd bientôt de vue dans son trajet aérien, on ne sait vers quels lieux il se dirige, et seul un heureux hasard peut remettre sur sa trace.

» Ces difficultés ont arrêté jusqu'ici tous les observateurs. Je me hâte de le dire, je n'ai pas été beaucoup plus heureux qu'eux. Si mes recherches ont réussi à soulever le voile qui cachait jusqu'ici la progéniture du Phylloxera ailé (*Comptes rendus*, 31 août 1874), elles n'ont pas dissipé les obscurités qui enveloppent les faits les plus importants de son histoire, au point de vue pratique, tels que la connaissance du lieu de sa ponte et des phénomènes consécutifs à cette ponte; mais comme, dans les mœurs de ce redoutable parasite, aucun détail, si léger qu'il soit, n'est à dédaigner, parce qu'il peut mettre sur la voie de faits plus importants, je vais rapporter brièvement mes observations à cet égard.

» Ce fut le 25 août, dans cette même vigne phylloxérée de Saint-Sauveur, près Montpellier, où je vis l'insecte aptère marchant à la surface du sol, que j'observai aussi, pour la première fois, l'individu ailé à l'état de liberté. Dans les visites que je fis presque journellement à cette vigne jusqu'au 1er septembre, j'aperçus chaque fois de nombreux sujets ailés sur la terre environnant les souches. A partir de cette dernière date, leur nombre diminua rapidement, et, dès le 4 septembre, ils avaient entièrement disparu. Le sol de cette vigne était une terre argileuse, blanche et compacte, sillonnée de nombreuses crevasses à la surface. Les insectes se tenaient presque tous dans le voisinage des souches, sous la partie la plus

ombragée des sarments, comme pour se mettre à l'abri des radiations solaires directes. J'ai pu vérifier toutes les remarques de M. Faucon au sujet de leurs allures à la surface du sol, leur marche, les ailes relevées, auxquelles ils impriment de temps en temps un battement très-vif, comme pour prendre leur vol, mais ne s'enlevant que rarement de terre, la facilité avec laquelle le moindre courant d'air les déplace, etc.

» Dans une de mes visites, le 29 août, je trouvai la terre autour des ceps humide et ramollie, par suite d'une forte averse tombée la veille. Tous les Phylloxeras avaient disparu sur le sol; mais, ayant eu l'idée de retourner les feuilles des sarments les plus rapprochés de terre, je les vis en grand nombre blottis à leur face inférieure et presque toujours appliqués contre une nervure. Le surlendemain, le terrain étant redevenu presque sec, de nombreux Phylloxeras se promenaient de nouveau sur le sol, et un petit nombre seulement étaient restés sur les feuilles.

» C'est dans l'après-midi, aux heures les plus chaudes de la journée, que les Phylloxeras ailés apparaissent en plus grand nombre dans les vignobles. J'ai fait une remarque analogue dans mes éducations en vase clos. Par les jours pluvieux, et surtout froids, les transformations étaient rares, bien que les nymphes fussent toujours abondantes sur les racines; au contraire, lorsque le temps était chaud et sec, elles se faisaient d'une manière si active, que c'est par véritables essaims que les individus ailés apparaissaient sur les parois de mes vases, où ils se rassemblaient sur le côté exposé au jour. Même en octobre, j'observais encore de nombreuses métamorphoses pendant les chaudes journées de l'automne méridional.

» Depuis que la présence des Phylloxeras ailés dans les vignobles malades a été constatée par divers observateurs, nul n'a encore mis en doute qu'ils proviennent de la transformation des individus aptères vivant dans le sol de ces mêmes vignobles. Cependant on pourrait admettre, dans quelques cas au moins, avec autant d'apparence de raison, que ce sont des insectes migrateurs venus de loin pour pondre dans les lieux où on les rencontre. Cette opinion pourrait être surtout défendue par quelques-unes des personnes, heureusement de plus en plus rares, qui considèrent encore la présence du Phylloxera sur les vignes comme l'effet et non comme la cause de la maladie, et qui pensent que le parasite s'attaque aux plants souffrants et affaiblis; or ce qui prouve qu'il n'en est pas ainsi, c'est qu'on trouve toujours dans leur abdomen les œufs en même nombre que dans le premier temps de leur transformation. Évidemment, s'ils étaient venus dans l'intention de pondre, on devrait trouver chez beaucoup d'entre eux l'ab-

domen vide des deux à quatre œufs qu'il renferme avant la ponte; or c'est ce que je n'ai jamais observé. Il en est de même de ceux que l'on rencontre pris dans des toiles d'araignée, à des distances souvent considérables de tout foyer de maladie. Il faut donc conclure de ces faits que les femelles ailées observées sur le sol représentent des individus à leur point de départ et non à leur point d'arrivée.

» Tout démontre que c'est sous la forme de nymphe, et non sous la forme aptère ou d'insecte ailé, que le Phylloxera abandonne les racines pour sortir du sol et se métamorphoser à sa surface. Personne encore n'a vu l'individu ailé sur des racines venant d'être enlevées aux vignobles ou dans de la terre ne contenant pas de racines. Dans les vases de verre où je conservais des racines phylloxérées sous une couche de terre plus ou moins profonde, je voyais les nymphes venir à la surface ou remonter même plus ou moins haut sur la paroi du verre pour s'y transformer. Je rappellerai enfin que M. Cornu a vu une nymphe vivante et agile, à la surface du sol, dans un vignoble de la Charente (1).

» On s'est demandé enfin si la sortie de la nymphe avait lieu par les fissures du sol ou bien en suivant les ramifications des racines et le pivot de la souche. Quelques personnes ont attaché à la solution de cette question une importance pratique, pensant que, si la nymphe suivait cette dernière voie, on pourrait peut-être s'opposer à sa sortie au moyen de substances engluantes dont on badigeonnerait la souche; mais différentes raisons me portent à croire que c'est par les fissures du terrain qu'elle apparaît au dehors et non par le collet de la souche. L'expérience dans laquelle on réussit presque à coup sûr à infester un cep de vigne sain au moyen de racines phylloxérées enterrées au pied de la souche démontre que les insectes aptères sont parfaitement capables de cheminer au travers du sol sans avoir besoin de se guider sur les racines. A plus forte raison doit-on accorder la même faculté à la nymphe qui, non-seulement est plus agile que l'individu aptère, mais représente un état de développement supérieur à ce dernier. On sait d'ailleurs que cette aptitude existe chez une foule d'autres insectes, qui passent une grande partie de leur vie sous terre, à l'état de larve et de nymphe, et ne viennent à la lumière que pour prendre l'état parfait. Ajoutons que, si le Phylloxera était obligé de suivre les racines pour sortir par le collet de la souche, on devrait trouver une grande quantité de nymphes sur les grosses racines, principalement à l'époque où les trans-

(1) *Comptes rendus* du 22 septembre 1873.

formations en individus ailés sont les plus abondantes, c'est-à-dire immédiatement avant la destruction des renflements des radicelles. Or tous les observateurs ont signalé, au contraire, la grande rareté, en tout temps, des nymphes sur les grosses racines. La nymphe est d'ailleurs parfaitement organisée pour se guider dans l'intérieur du sol et venir à la lumière; car, à l'époque de sa transformation, elle présente déjà, sous son tégument propre transparent, l'appareil visuel complet de l'insecte parfait. Je conclus donc de ces faits que les fissures du terrain sont, sinon la voie unique, du moins la voie principale par laquelle s'effectue sa sortie, et que tous les moyens proposés pour s'opposer à cette sortie, en tant qu'ils sont appliqués directement à la souche elle-même, ne peuvent donner que des résultats illusoires.

» L'insecte une fois hors du sol, que devient-il, où passe-t-il son existence, et surtout comment sert-il de lien entre la colonie qu'il vient d'abandonner et celle qu'il va fonder au loin?

» La seule chose, en effet, dont il semble impossible de douter aujourd'hui, c'est du rôle que joue l'insecte ailé comme agent de transmission du mal à distance, et encore notre certitude à cet égard ne résulte pas de l'observation directe, mais est une simple conséquence tirée de l'impossibilité d'expliquer autrement ces points d'attaque nouveaux qui se déclarent à des distances quelquefois considérables des anciens foyers du mal. Hors de cette notion, tout est conjecture ou obscurité complète dans l'histoire du Phylloxera ailé.

» Il y a peu de mois un grand pas semblait fait dans nos connaissances relatives aux mœurs de l'insecte. M. Lichtenstein, de Montpellier, disait s'être assuré, par des observations positives, que les individus ailés abandonnaient en août et septembre les vignobles pour aller pondre sur les chênes à kermès des garrigues du Midi, et que de là leur progéniture revenait ensuite aux vignes pour y fonder de nouvelles colonies (*Comptes rendus*, 7 septembre 1874). J'ai montré que cette explication reposait sur la confusion évidente de deux espèces parfaitement distinctes, et j'ai fait ressortir, en outre, l'invraisemblance de ces migrations alternatives de l'insecte par des arguments tirés de la Géographie botanique et de l'organisation même du Phylloxera (*Comptes rendus*, 14 septembre 1874). Je dois dire pourtant que, bien qu'elle ait conduit M. Lichtenstein à une opinion insoutenable, son observation est des plus intéressantes en elle-même, en ce qu'elle nous révèle une des particularités les moins connues de la vie de ces insectes, je veux parler de leur mode de migration et de la façon dont ils s'y prennent

pour pondre après être arrivés à destination. Abandonnons donc pour un instant le Phylloxera de la vigne pour observer son congénère, le Phylloxera du chêne kermès (1).

» Au commencement de septembre dernier, explorant les chênes à kermès, aux environs de Montpellier, dans le but de vérifier les assertions précédentes de M. Lichtenstein, je rencontrai aux extrémités des branches de ces arbrisseaux des groupes nombreux de Phylloxeras ailés, entourés des petits individus formant leur descendance sexuée et d'œufs non encore éclos. Pas une larve, pas une nymphe n'était visible au milieu de ces insectes, et l'aspect des feuilles, sans tache ni piqûre aucune, n'indiquait pas non plus qu'il y en eût eu à une époque antérieure. C'est là le point capital de cette observation, car il me démontrait que j'avais sous les yeux non des insectes ayant vécu et s'étant transformés sur ces végétaux, mais des émissaires de colonies lointaines, venues pour disséminer leur espèce sur des plantes jusque-là vierges. Il prouvait, en outre, que ceux-ci n'avaient pas voyagé par individus isolés sporadiquement, mais par troupes plus ou moins nombreuses, semblables aux essaims des abeilles, et qui s'étaient groupées de même aux extrémités des rameaux. Cette habitude est d'ailleurs parfaitement expliquée par ce que nous savons aujourd'hui de la nature des individus formant la descendance du Phylloxera ailé. Ceux-ci sont en effet des insectes des deux sexes, qui ne se reproduisent que par un accouplement, d'où naît le jeune Phylloxera destiné à commencer un nouveau cycle d'évolution (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 884, 1873, et t. LXXIX, p. 562, 1874). Si, au lieu de se tenir réunies, les femelles ailées se dispersaient dans des directions diverses, immédiatement après être sorties du sol, et pondaient solitairement, il est évident que les individus mâles et femelles qui en naissent éprouveraient les plus grandes difficultés à se rapprocher, et que, par suite, beaucoup de femelles resteraient infécondes, d'autant plus qu'un grand nombre de mères ailées ne mettent au monde que des individus mâles ou femelles exclusivement.

» Certains faits observés soit dans la nature, soit dans les éducations dans des vases, démontrent que ces associations d'individus dans un but de reproduction existent aussi chez le Phylloxera de la vigne : tels sont les rassemblements de ces insectes autour des souches, dans des conditions déterminées de saison, de température et même d'heure du jour, leur dis-

---

(1) C'est notre *Phylloxera Lichtensteinii*, du nom de l'entomologiste auquel on doit la découverte de cette espèce nouvelle.

parition subite et simultanée à d'autres moments. Dans l'intérieur de mes vases, j'ai constaté aussi des faits analogues, indiquant l'existence de l'espèce de *consensus* dont nous parlons.

» Mais s'il paraît y avoir analogie de mœurs entre le Phylloxera de la vigne et le Phylloxera du chêne kermès, dans la manière dont ils effectuent leurs migrations, ces insectes se ressemblent-ils aussi par leur mode de ponte? En d'autres termes, l'espèce de la vigne dépose-t-elle ses œufs sur les sarments et les feuilles de ce végétal, comme nous l'avons vu faire à sa congénère sur les branches du chêne kermès?

» A défaut d'observations directes sur la ponte du Phylloxera en pleine campagne, j'ai tâché d'élucider la question par quelques expériences de laboratoire. Les femelles ailées que je déposais en grand nombre sur les pampres ne tardaient pas à disparaître sans laisser sur ceux-ci un seul œuf. Lorsque, pour les retenir, je les enfermais dans une poche de fine mousseline, entourant l'extrémité d'un sarment, ils mouraient au bout de quelques jours sans pondre davantage. Ce n'est qu'en les plaçant par centaines dans des tubes ou des flacons, et en leur donnant pour s'alimenter quelques jeunes feuilles de vigne, que j'ai réussi à en obtenir un petit nombre d'œufs. La plupart les enfouissaient dans l'épais duvet qui recouvre la surface des feuilles, et qui est particulièrement développé dans certains cépages, tandis que d'autres s'introduisaient pour pondre dans la cavité des petites feuilles encore repliées sur elles-mêmes. Ce n'est que très-exceptionnellement que j'ai vu quelques femelles déposer un œuf ou deux sur la paroi du verre, le plus ordinairement lorsqu'elles y étaient retenues par un peu d'humidité et qu'elles ne parvenaient pas à se dégager; la ponte paraissait alors déterminée par les efforts que faisait l'insecte pour se délivrer. Enfin je ne les ai vues pondre ni sur les fragments de tige ou de racine, ni sur les corps de diverse nature, tels que les petites boules de papier ou de coton que j'introduisais dans leur prison de verre.

» Si faibles que soient les présomptions que l'on peut tirer des faits précédents, relativement aux habitudes de l'insecte en liberté, ils semblent néanmoins indiquer chez lui, dans le choix du lieu destiné au dépôt des œufs, une sorte de préférence pour les parties duveteuses de la plante, telles que les jeunes feuilles et les bourgeons en voie d'éclosion, ou bien encore pour les petites retraites cachées de la surface des sarments, d'autant plus que nous voyons les autres espèces de Phylloxeras témoigner d'instincts analogues. Toutefois, c'est une opinion que je n'exprime que

sous toute réserve et en attendant que l'observation apporte la preuve indiscutable.

» D'après ce que j'ai dit plus haut de l'habitude très-probable des femelles ailées d'exécuter leurs migrations sous forme d'essaimages, ou du moins de la nécessité de rester groupées ensemble, sous peine d'infécondité de leur descendance sexuée, il devient de moins en moins vraisemblable qu'elles puissent s'éloigner beaucoup, quelques lieues tout au plus, de leur point de départ, les chances de dispersion par les vents ou de destruction par les divers incidents de route augmentant naturellement avec la distance. Le besoin de s'alimenter pendant leur voyage, qui ne se fait pas d'une seule traite, mais par étapes successives, comme je l'ai constaté, aux environs de Montpellier, sur le *Phylloxera coccinea*, est aussi un motif qui doit les empêcher de franchir de grandes étendues de territoire non plantées en vignes. J'ai observé, en effet, que ces insectes meurent en vingt-quatre à trente-six heures lorsqu'on les tient sans nourriture, tandis qu'ils peuvent vivre trois ou quatre fois ce temps si on les pourvoit de quelques feuilles de vigne (1). Ces considérations théoriques sont d'ailleurs corroborées par l'observation qui démontre que le mal ne progresse pas de plus de 20 à 25 kilomètres annuellement. (M. DUMAS, *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 635; 1874).

» Un obstacle plus préjudiciable encore aux études sur la reproduction du Phylloxera que l'arrêt presque total des pontes déterminé chez les femelles ailées par la captivité, c'est la mort prématurée et fréquente des petits individus composant les générations sexuées, et qui proviennent de ces femelles ailées. Cette mort est le résultat de l'affaiblissement organique profond subi par l'espèce à la suite des nombreuses reproductions antérieures dans lesquelles un seul sexe, le sexe femelle, est intervenu, et c'est précisément chez la génération d'individus destinée à relever par l'accouplement cette énergie vitale épuisée que la dégénérescence spécifique atteint ses dernières limites. Organiquement, celle-ci se traduit par de nombreux arrêts de développement, frappant principalement les appareils de

---

(1) L'apparition du Phylloxera à Pregny, près Genève, c'est-à-dire à trente ou quarante lieues de distance des pays envahis les plus rapprochés, semblait d'abord en contradiction avec ce qui est dit ci-dessus touchant la faible portée du vol du Phylloxera ailé; mais, ainsi que viennent de le démontrer MM. Forel et Cornu, il est hors de doute que c'est par une importation directe de vignes infestées que le mal s'est déclaré à Pregny, et non par une contagion opérée à grande distance par des individus ailés.

la digestion et de la reproduction. J'ai déjà signalé des faits analogues dans mes études sur le Phylloxera du chêne; je les ai retrouvés, sous un caractère bien plus marqué encore, chez le Phylloxera de la vigne, car ils ont déterminé l'interruption brusque et inattendue de mes observations sur cette espèce. Il en est résulté que je n'ai vu ni l'accouplement, ni la ponte et le développement de l'œuf issu de cet accouplement (1), observations qui, en faisant passer sous mes yeux le cycle tout entier de l'évolution du Phylloxera, m'auraient permis d'atteindre, dès cette année, le but que je m'étais proposé en entreprenant cette série d'études sur le parasite de la vigne.

» Enfin, pour compléter ce résumé de mes recherches sur le Phylloxera, faites pendant l'année actuelle, il me reste à mentionner la découverte de l'existence d'une génération sexuée ayant pour origine les individus aptères eux-mêmes restés dans le sol. Cette génération sexuée hypogée, qui apparaît en octobre, beaucoup plus tardivement, par conséquent, que celle qui provient des individus ailés, est destinée à renouveler la vitalité des colonies actuellement existantes, de même que le rôle de la génération sexuée aérienne est de fonder au loin de nouvelles sociétés de parasites. (*Comptes rendus*, 2 novembre 1874.)

» Ce dernier fait, comme tous ceux exposés antérieurement, démontre combien les phénomènes de l'évolution présentent de ressemblances chez le Phylloxera de la vigne et le Phylloxera du chêne. Soit pour les connaître *de visu*, soit parce que l'analogie permet de conclure à leur existence, on peut considérer toutes les formes que revêt successivement l'espèce comme parfaitement connues aujourd'hui, et je ne m'avance pas trop en disant que l'histoire du Phylloxera est *physiologiquement* faite dès à présent. Le *desideratum* ne porte plus que sur la partie de cette histoire qui a plus spécialement trait aux mœurs de l'insecte dans leurs rapports avec la conservation de l'espèce. Pratiquement, c'est un problème qui n'a pas moins d'importance que l'autre, et dont la solution incombe surtout aux personnes qui ont des occasions journalières d'observer le Phylloxera. Ces observations ont leurs difficultés : les confusions d'espèces y sont surtout faciles à commettre et peuvent donner lieu à des erreurs contre lesquelles il faut se

(1) C'est l'œuf que j'ai désigné sous le nom d'*œuf d'hiver*, chez le Phylloxera du chêne, et d'où naît le jeune individu, fondateur de la colonie nouvelle. Chaque femelle sexuée n'en produit qu'un seul; de même que les œufs des mères aptères ou ailées, il est de forme ovalaire et non *conique*, comme une erreur d'impression me le fait dire dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 2 novembre dernier, page 991.

mettre en garde, pour ne pas introduire dans la science ou dans la pratique des idées fausses qui pourraient n'être pas toujours sans inconvénient. »

VITICULTURE. — *Les espèces américaines du genre Phylloxera.* Note de M. **C.-V. Riley.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.).

« Saint-Louis, 18 novembre 1874.

» Les *Comptes rendus* du 5 octobre 1874 me parviennent à l'instant, et je ne puis résister au désir de présenter quelques observations, d'abord sur la Note de M. Signoret (p. 778-781).

» Pour ce qui est de rétablir le nom spécifique de Fitch, *Ph. vitifoliæ*, cela peut séduire ceux qui veulent à toute force respecter la loi de priorité, mais non ceux qui pensent qu'on rend plus de services à la science en reconnaissant la force et la valeur d'un *accord général*. Vous savez que j'étais aussi, d'abord, pour conserver le nom de Fitch, mais j'ai cédé, et voici ce que je disais alors :

« Quoique je pense qu'il est raisonnable de respecter les lois de *priorité*, il y a beaucoup de cas où ce principe doit céder à la loi d'*accord général*. Or cela se présente ici, car à part l'objection que Fitch connaissait si peu des caractères de l'insecte quand il l'a décrit, qu'il ne l'a même pas rangé dans le genre déjà créé pour le recevoir, le nom de *vastatrix* créé par M. Planchon pour la forme radicicole a été généralement admis en Europe, et doit remplacer et celui de Fitch et également celui de Westwood (*Peritymbia vitisana*) proposé pour le même insecte en 1868. (1) »

» La traduction que M. Signoret a faite de mon Rapport n'est pas celle de la description, mais seulement de la partie relative aux mœurs de l'insecte, et je regrette de dire qu'elle est tout à fait erronée. Ainsi, au lieu de : « Il y a beaucoup d'espèces de Phylloxeras dans nos contrées, décrites ou « non, habitant des galles faites sur les feuilles », j'ai dit :

« Il y a plusieurs espèces de Phylloxeras, décrites ou non, dans ce pays, la plupart desquelles habitent des galles sur les feuilles de nos différentes espèces de *Carya*. »

» Je n'ai pas parlé du *Quercus robur*, qui n'est pas indigène en Amérique, mais du *Postoak*, qui est le *Quercus obtusiloba*. Dans le cinquième paragraphe, au lieu de la traduction « pour la *couleur*, pour la *forme*, et pour l'apparence, » il fallait mettre « pour les *mœurs* et l'apparence générale. » Enfin, au sixième paragraphe, M. Signoret me fait dire : « Quand les feuilles commencent à tomber, notre jeune Phylloxera prend une peau d'hiver et » entre en léthargie », tandis qu'il faut lire tout au rebours : « Quand les » feuilles commencent à pousser, nos jeunes Phylloxeras se dégagent de » leur peau d'hiver, et sortent de léthargie. »

---

(1) Quatrième Rapport de Riley, p. 55, note.

» Il y a encore plusieurs erreurs, mais les précédentes me paraissent assez sérieuses pour être relevées, surtout quand elles ont paru dans un recueil aussi hautement placé que les *Comptes rendus de l'Académie*.

» Je ne crois pas que le *Phylloxera Rileyi*, Licht., qui est réuni par M. Lichtenstein aux *Ph. corticalis* et *Ph. Lichtensteinii*, existe en France, quelle que soit sa ressemblance avec ces derniers; mais, n'ayant pas vu vos espèces françaises, je crois devoir vous donner une diagnose complète du *Ph. Rileyi* d'Amérique, pour mettre les entomologistes d'Europe à même de décider la question.

DIAGNOSE SPÉCIFIQUE DU *Phylloxera Rileyi*, Licht.

» A. — Forme normale de femelle agame, longueur 0,016 de pouce, soit un peu plus d'un tiers de la largeur du *Ph. vastatrix* dont elle a la couleur. Plus élancée; abdomen plus conique; corps incisé et couvert de tubercules, comme la forme aptère *radicicole* du *Ph. vastatrix*, mais avec une paire de plus sur la tête, et ceux du septième segment abdominal toujours visibles. Ces tubercules, de la couleur du corps, charnus, plus ou moins allongés, de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{6}$ de la largeur du milieu du corps, et surmontés au sommet d'un poil court et obscur. Les tubercules antérieurs sont les plus longs, la rangée latérale extérieure offrant une série de trente-six de ces tubercules, presque équidistants, partant presque à angle droit de la surface. Les points foncés intermédiaires sur les incisions thoraciques sont aussi comme dans le *Ph. vastatrix*. Les antennes absolument comme dans le *Ph. vastatrix*. Les jambes ayant l'extrémité des tibias plus renflée et les griffes plus proéminentes. Ventre avec un tubercule obscur, juste en dedans de chaque coxis.

» B. — Forme jaune foncé, avec les tubercules plus longs et plus rudes. Aussi fréquente que la forme A en juillet et en différant par sa couleur plus foncée, tirant vers le brun, et par le plus de longueur, l'irrégularité et la couleur plus foncée des tubercules. Ceux-ci sont généralement plus longs sur le milieu du corps et paraissent tout à fait foncés à la loupe. Sous le microscope, ils paraissent hérissés de papilles sur les côtés, vers leur base renflée, et leur sommet émoussé et quelquefois légèrement élargi.

» C. — Forme noire avec de très-longs tubercules. Le corps est brun foncé, les tubercules presque noirs et ceux du dos, surtout vers le milieu du corps, très-longs, moitié du diamètre du corps. Ces tubercules vont en s'amincissant graduellement; ceux des côtés et quelques-uns sur le dos sont moitié moins longs et moins coniques. Antennes avec le troisième article tout à fait long et mince (vous en feriez certainement une nouvelle espèce, et j'avoue que ce type présente une apparence si anormale, que, s'il n'y avait pas des formes intermédiaires entre les types B et C, j'aurais moi-même pensé à les séparer).

» D. — Nymphe. Forme normale à tubercules proéminents et avec la portion pâle du mésothorax plus grande que chez le *Ph. vastatrix*.

» E. — Nymphe. Forme lisse plus allongée, plus pâle, privée de tubercules, ne se trouvant que rarement.

» F. — Forme ailée agame, avec la bande foncée du mésothorax comme chez le *Ph. vastatrix*. Les ailes plus étroites et un peu plus fuligineuses, l'angle costal plus avancé et émoussé, le crochet plus marqué sur les secondes ailes. Les antennes ont le troisième article et les parties cornées plus allongées proportionnellement. Ce type présente les deux formes de corps et d'ailes comme chez le *Ph. vastatrix*.

» G. — Forme mâle. Pas beaucoup plus grande que la jeune première larve. Sans tubercule, n'ayant que très-peu de faibles pointes, comme des poils. Les deux griffes tarsales distinctes, mais la jointure de la base du tarse obsolète, les antennes simples (au moins n'y a-t-il tout au plus qu'une très-légère trace de plaque cornée en sommet). Pas de trace d'organes buccaux. Le ventre offre deux taches opaques vers son milieu, et le pénis est très-

apparent. Les parties extérieures semblent consister en deux tubercules qui, bulbeux à leur base, convergent en pointe aigue (les huit exemplaires obtenus de femelle ailée que j'ai préparés sont tous malheureusement du même sexe; il n'y a parmi eux aucune femelle).

» H. — Larve venant d'éclore. Presque lisse, avec les membres et les yeux foncés. Les tubercules indiqués par de faibles renflements, qui sont pourtant surmontés d'un poil assez long. Le rostre atteint le bout de l'abdomen.

» I. — Larve hivernante. Les tubercules très-longs, unis et surmontés au bout d'un seul poil épineux.

» Cette espèce est moins prolifique, et ses œufs sont plus pâles et proportionnellement plus gros que chez le *Ph. vastatrix*, mais, dans les caractères des tarses chez les jeunes adultes et dans tous les autres non mentionnés, il y a parfaite analogie. Les tubercules, comme je l'ai déjà dit, sont très-variables en dimension et généralement augmentent avec l'âge. J'en ai examiné de nombreux individus.

» Ainsi, en comptant les deux formes de femelle ailée et la véritable femelle aptère, nous avons dix formes différentes sous lesquelles se présente l'insecte après sa sortie de l'œuf.

» Cette diagnose, jointe à l'histoire des mœurs que j'ai donnée dans mes rapports, permettra de reconnaître facilement cette espèce et j'ajouterai seulement qu'il y a au moins cinq générations, depuis la mère hivernante jusqu'à la première apparition de la forme ailée, fin juillet; comme je l'ai déjà écrit, je crois que cette forme ailée se présente deux fois par an, c'est-à-dire qu'il y a deux cycles complets de développement, quoique je n'en sois pas parfaitement certain et que cela dépende certainement beaucoup de la température et de la nourriture.

» L'entomologiste de cabinet serait porté à considérer la forme à longs tubercules (C), et la nymphe pâle et lisse (E), comme spécifiquement distinctes; mais de soigneuses études pendant l'été m'ont amené à la conviction que ce ne sont que deux formes d'une seule et même espèce qui vit sur le chêne en Amérique. En fait, le polymorphisme de ces insectes n'est pas encore suffisamment apprécié, même parmi les entomologistes.

» Comme M. Signoret confond les deux espèces *Ph. caryæ-foliæ* et *Ph. caryæ-caulis* de Fitch, je vous envoie une synopsis de nos espèces américaines du genre Phylloxera, le seul travail de ce genre qui ait encore été publié.

SYNOPSIS DES ESPÈCES AMÉRICAINES DU GENRE PHYLLOXERA, FONSCOLOMBE.

» 1. — *Ph. vastatrix*, Planchon; *Pemphigus vitifoliæ*, Fitch; *Peritymbia vitisana*, Westwood, formant des galles sur les feuilles et des renflements sur les radicelles de la vigne. Introduit en Europe et bien connu comme le Phylloxera de la vigne.

» 2. — *Ph. Rileyii*, Licht. (*Mss. ent. Rep.*, IV, p. 66, note; *ibid.*, VI, p. 64 et 86), vivant sur la face inférieure des feuilles et hivernant sur les rameaux du *Quercus alba*, *obtusiloba* et *bicolor*.

» 3. — *Ph. caryæ-foliæ*, Fitch (*N.-Y. ent. Rep.*, III, § 166), formant des galles coniques qui s'ouvrent au sommet sur la face supérieure des feuilles de *Carya alba*.

» 4. — *Ph. caryæ-caulis*, Fitch (*ibid.*, § 163); *Dactylosphæra subellipticum*, Shimer (*Trans. am. ent. Soc.*, II, p. 189); *Dact. caryæ magnum*, Shimer (*ibid.*, p. 391), forme

de gros renflements allongés, irréguliers, mais, en général, ellipsoïdes, lisses, de couleur verte sur le pétiole des feuilles du *Carya glabra* et *amara*. La galle, en vieillissant, se déchire, noircit et se contracte.

» 5. — *P. caryæ-venæ*, Fitch (*N.-Y. ent. Rep.*, III, § 164), formant des plis dans les veines des feuilles des *Carya alba;* ses plis s'élèvent sur la face supérieure en carène abrupte et ont au-dessous une ouverture dont les lèvres sont laineuses.

» 6. — *P. caryæ-semen*, Walsh (*Xerophylla*) (*Proc. ent. Soc. Phil.*, VI, p. 285); *Dactylosphæra caryæ-semen*, Walsh (1st *An. Rep. of State ent. Illinois*, p. 23, note); *Dact. globosum*, Shimer (*Trans. am. ent. Soc.*, II, p. 391), formant de petites galles nombreuses, subglobulaires, paraissant des graines sur les feuilles du *Carya glabra*, les galles s'ouvrant sur un petit mamelon à la face inférieure des feuilles.

» 7. — *P. caryæ-globuli*, Walsh (*Proc. ent. Soc. Phil.*, I, p. 309); *Dactylosphæra hemisphericum*, Shimer (*Trans. am. ent. Soc.*, II, p. 387), formant des galles hémisphériques de 0,25 de pouce anglais de diamètre sur la face supérieure des feuilles des *Carya glabra* et *alba*. Les galles aplaties au-dessous, où elles s'ouvrent en fente.

» 8. *P. spinosa*, Shimer; *Dact. spinosum*, Shimer (*Trans. am. ent. Soc.*, II, p. 397), formant de larges galles irrégulières, couvertes d'épines, sur le pétiole de la feuille du *Carya amara*, les galles s'ouvrant par-dessous une fente irrégulière sinuée.

» * 9. *P. caryæ-septa*, Shimer; *Dact. caryæ-septum* (*ibid.*, p. 389), formant des galles aplaties sur les feuilles du *Carya alba*, les galles s'ouvrant par-dessus et par-dessous. Probablement forme anormale du n° 7.

» 10. *P. forcata*, Shimer; *Dact. forcatum*, Shimer (*ibid.*, 393), formant des galles comme le n° 6, mais plus grandes.

» 11. *P. depressa*, Shimer; *Dact. depressum*, Shimer (*ibid.*, p. 390), formant des galles déprimées sur les feuilles de *Carya alba*, les galles s'ouvrant en dessous, l'ouverture contractée et frangée de filaments. Le *Dact. coniferum*, de Shimer, est probablement le même.

» * 12. *P. conica*, Shimer; *Dact. conicum*, Shimer (*ibid.*, p. 390), formant des galles semblables au n° 11, mais sans frange. Probablement le même.

» * 13. *P. castaneæ*, Haldemann, Fitch (*N.-Y. ent. Rep.*, III, § 200), rapporté à *Chermes* par Haldeman, mais sûrement un Phylloxera.

» Je n'ai pas étudié personnellement les espèces marquées d'une *, mais je les crois de bonnes espèces; quant aux autres, je les connais bien. Nous avons encore quelques espèces non décrites, dont les trois suivantes sont si caractéristiques que je vais décrire brièvement leurs galles.

» 14. *P. caryæ gummosa*, *n. sp.*, formant des galles pédonculées ovoïdes ou globulaires sous les feuilles du *Carya alba*; les galles sont blanches, pubescentes et gommeuses ou poisseuses, s'ouvrant en dessous par un point fibreux. Les œufs sont presque sphériques, pâles et transparents; les larves, mères et nymphes, très-pâles, ce qui fait ressortir les yeux et ocelles rouges. Les insectes ailés sont difficiles à distinguer des autres espèces, et cette difficulté s'augmente encore par le fait que les autres espèces s'engluent sur la surface poisseuse des galles.

» 15. *P. caryæ reniformis*, *n. sp.*, formant des galles plus ou moins confluentes et réniformes sur les pétioles du *Carya glabra;* les galles varient de 0,2 à 0,7 de pouce anglais en diamètre, d'un vert pâle et très-pubescentes, s'ouvrant par une fente sur toute leur longueur, c'est-à-dire transversalement à l'axe du pétiole.

» 16. *P. caryæ fallax*, *n. sp.*, formant des galles coniques, très-agglomérées sur la surface des feuilles du *Carya alba*. Ressemblant beaucoup au n° 3 (*Caryæ-foliæ*); mais leur hauteur est d'un tiers supérieure au diamètre de la base et elles s'ouvrent par en bas, au lieu de s'ouvrir par en haut. L'ouverture est circulaire et velue. C'est l'espèce dont a parlé Walsh dans son premier rapport, p. 23, note.

» Ainsi nous avons au moins seize bonnes espèces, non douteuses, habi-

tant les États-Unis. La plupart d'entre elles sont plus faciles à distinguer, comme c'est si souvent le cas chez les Cynipides, dans les Hyménoptères, par leurs mœurs et la forme particulière de leurs galles, que par des différences de structure, de coloration. Cependant il est de fait que, sauf les nos 1 et 2, il faut encore étudier les autres espèces sous toutes leurs formes pour en faire une bonne description. »

VITICULTURE. — *Méthode suivie pour la recherche de la substance la plus efficace pour combattre le Phylloxera, à la station viticole de Cognac* (fin). Note de M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Parmi les substances les plus toxiques pour le Phylloxera et donnant les meilleurs résultats, M. Mouillefert met au premier rang le cyanure de potassium et les sulfocarbonates de M. Dumas. Les propriétés toxiques, pour l'homme, de la première substance ne permettent pas de la mettre dans les mains des agriculteurs; mais la seconde, dont les effets sont identiques à ceux de l'autre, pourra être essayée avec de grandes chances de succès; c'est ce que la théorie semble indiquer. Il faut donc d'abord étudier soigneusement l'emploi des sulfocarbonates.

» Cette indication n'est pas donnée à la légère; ce n'est pas seulement le compte rendu de quelques expériences suivies de bons effets, c'est le résultat d'une série d'essais faits pendant cet été à la station viticole de Cognac.

» Ces sels, en effet, sont solubles : ils peuvent par conséquent se répandre de proche en proche dans le sol; décomposables par l'acide carbonique de l'air, ils dégagent dans les interstices, plus ou moins lentement, des vapeurs toxiques d'hydrogène sulfuré dit de *sulfure de carbone*. Ces sels mettent le sulfure de carbone sous forme non dangereuse et maniable; ils le retiennent plus énergiquement que les substances avec lesquelles on le mêlerait (huile, savon, goudron). Après quelques jours passés dans le sol, ces substances ont perdu leur odeur; les sulfocarbonates conservent la leur beaucoup plus longtemps. Ils constituent le meilleur moyen de retenir, de *brider*, selon l'expression pittoresque de M. Monestier, le sulfure de carbone toujours prêt à s'échapper.

» Les deux premières conditions de la recherche du remède paraissent trouvées; il va falloir songer désormais à l'application immédiate. Il ne faut pas encore crier victoire; il reste encore à déterminer exactement la manière d'employer ces substances et l'époque à laquelle les appliquer. On les a fait, dans les expériences préliminaires, parvenir aux racines des ceps

par un moyen quelconque; l'important était de juger le résultat qu'elles y produiraient. Les autres produits placés dans des conditions analogues ont donné des résultats moins satisfaisants; ce sont donc les sulfocarbonates qu'il faut *d'abord* tâcher de rendre applicables dans la pratique. Des expériences d'hiver seront faites dans le but d'étudier l'influence du repos et du réveil de la végétation; ce réveil sera produit artificiellement dans une serre déjà construite à cet effet. Nous chercherons à voir si c'est réellement bien au printemps, à l'époque où l'insecte opère sa première mue, qu'il faut, comme je l'ai déjà signalé, concentrer les moyens d'attaque et tâcher de l'anéantir.

» Ces expériences d'hiver nous permettraient peut-être de gagner une année et d'arriver au printemps avec des résultats plus précis et plus applicables que ceux que nous possédons en ce moment.

» Sans aborder ici le problème compliqué de l'application pratique, on peut cependant ajouter les considérations suivantes. Les vapeurs circulent très-difficilement dans les fissures du sol; le frottement qu'elles y subissent s'oppose à leur progression : elles sont lentes à s'avancer de proche en proche; leur propagation peut être presque complétement arrêtée par un étranglement de la fissure, par un petit caillou qui leur rétrécit ou leur barre la route. La mince nappe d'eau qui réunit les plus petits grains de gravier dans un sol humide constitue pour elles un obstacle presque infranchissable. La propagation des vapeurs, presque toujours difficile, contrairement à l'opinion d'un grand nombre de praticiens, sera très-différente dans un sol sec ou dans un sol humide; il est évident par la théorie et démontré par l'expérience que les vapeurs toxiques ne peuvent, en général, franchir un long intervalle par les interstices du sol. Les goudrons, qui exhalent une odeur si funeste aux insectes, selon les expériences récentes de M. Balbiani (1), peuvent être pris comme exemple; M. Mouillefert a constaté, à plusieurs reprises, que leur action cesse à une très-faible distance dans tous les sens; M. Balbiani a démontré que l'humidité lui oppose une barrière pour ainsi dire infranchissable (2).

---

(1) *Comptes rendus* du 12 octobre 1874, p. 855.

(2) L'action énergique, mais seulement à faible distance, des goudrons avait été bien indiquée par M. Eugène Raspail (de Gigondas), d'après ce que m'ont dit M. F. Cazalis et M. Faucon. M. Mouillefert aurait obtenu les mêmes résultats que lui; M. Balbiani a indiqué la cause des divergences d'opinions sur ce produit, divergences fondées d'ailleurs et reposant sur des faits.

» Quant à l'efficacité de la pesanteur qui ferait descendre dans le sol les vapeurs plus lourdes que l'air, outre le frottement qu'elles subissent, elles obéissent, fait judicieusement observer M. Mouillefert, à la loi du mélange des gaz. Quand elles ne sont plus soumises aux actions capillaires (bien plus énergiques déjà sur les liquides que la pesanteur), mais placées dans des fissures larges, elles tendent à se mélanger avec l'atmosphère; cette tendance est inefficacement combattue par la pesanteur; la proportion de vapeurs toxiques dans le sol diminuera de plus en plus. La pesanteur du gaz aura donc un effet peu sensible sur la diffusion dans le sol.

» Plus les fissures seront étroites et plus les gaz circuleront difficilement; dans ces conditions, si défavorables au cheminement des vapeurs, les liquides, au contraire, que la capillarité entraîne, rayonneront hors du point où ils ont été déposés et se répandront par ces interstices. Cependant l'action de la capillarité ne sera favorable à l'extension du liquide que si ce dernier *mouille* la terre; s'il ne la mouille pas, la capillarité agira en sens inverse et s'opposera à son cheminement. C'est ainsi que le pétrole, la benzine, etc., peuvent demeurer sans se répandre hors du trou au fond duquel ils ont été déposés; leurs vapeurs, dans ce cas, n'agiront donc pas à une très-grande distance de ce point.

» D'autre part, tel liquide qui humecte la terre sèche et est *bu* par elle n'y pénétrera plus quand elle sera mouillée. On devra donc tenir compte de ces conditions. De là on peut conclure qu'il y aurait peut-être intérêt à utiliser pendant l'été la sécheresse du sol pour y faire circuler certains produits dont l'humidité arrête la marche : il y a donc la double voie fort différente des remèdes d'été et des remèdes d'hiver.

» C'est pour les raisons précédentes que le sulfure de carbone à l'état de liquide ou de vapeur circule plus ou moins facilement dans le sol suivant la nature de ce dernier et l'époque de l'année. Ce fait se traduit dans la pratique par des effets très-différents, qui peuvent être obtenus (et qui l'ont été) avec la dose de la même substance employée de la même façon. Dans un cas, la vigne a été tuée; dans d'autres, aucun effet n'a été produit, même par des doses de sulfure plus considérables; dans d'autres cas, enfin, on a obtenu des succès réels publiés par M. Bazille au mois d'août 1873. Cette alternative d'effets nuls ou désastreux avec la même quantité de substance a fait vite tomber l'enthousiasme si grand au début pour l'emploi du sulfure de carbone.

» De l'ensemble de ce qui vient d'être dit on peut tirer les conclusions

pratiques suivantes. Une substance ne peut aisément se répandre dans le sol à l'état de vapeur : les lois physiques qui régissent les gaz s'y opposent; elle peut, au contraire, circuler à l'état liquide, favorisée par la capillarité. C'est ainsi qu'elle devra se rendre du point où elle a été déposée jusque près de celui où elle devra agir, et, là, émettre des vapeurs toxiques. C'est ce chemin que la pratique devra s'efforcer de rendre facile à franchir (à l'aide des forces naturelles) ou d'abréger (par des moyens artificiels). *C'est sur cette partie* de la propagation dans le sol qu'on peut principalement exercer une action utile : c'est là que devront se concentrer les recherches et les perfectionnements.

» Si les résultats trompaient nos espérances, il faudrait alors, laissant les sulfocarbonates, se rejeter sur les autres produits délaissés dans un premier examen, moins énergique que le sulfure de carbone, mais remplissant cependant comme lui les deux premières conditions. Il reste encore, en effet, en dehors de lui, un certain nombre de substances, à propriétés différentes, de l'emploi desquelles on peut attendre de bons résultats.

» En résumé, cette méthode d'essais préalables effectués sur une petite échelle est facile à appliquer, rapide, économique, et donne des résultats très-précis sur certains points. Elle permet dans la pratique d'écarter définitivement les produits sans effet insecticide et peut éviter aux viticulteurs des frais considérables. Comme méthode de recherches, elle permet d'éliminer les substances inactives, d'analyser exactement les effets des autres et de concentrer tous les efforts sur celles qui méritent d'être utilisées; elle diminue ainsi, dans une proportion considérable, le nombre des expériences à faire. Elle laisse de côté les tâtonnements inutiles; elle donnera certainement plusieurs solutions approchées et peut servir à indiquer la solution exacte du problème.

» Une inspiration heureuse, comme les agriculteurs en ont parfois, pourra, il est vrai, devancer la marche lente, mais plus sûre, de la méthode rationnelle; mais, s'il y a une substance efficace par-dessus les autres, c'est uniquement par l'examen méthodique et rationnel de toutes et par des éliminations nécessaires qu'on peut se proposer raisonnablement de la rechercher et espérer la rencontrer.

» En terminant, je dois ajouter que M. Mouillefert, après avoir adopté la méthode expérimentale qui a été développée plus haut, a poursuivi son

travail seul et qu'il a à la fois la responsabilité et le mérite des résultats qu'il a obtenus. »

VITICULTURE. — *Expériences faites avec des agents vénéneux sur des vignes saines.* Note de M. **Baudrimont**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les produits qui ont été essayés peuvent se rapporter à quatre groupes différents :

» 1° Produits volatils, ou pouvant en donner : sulfure de carbone, polysulfure de calcium, obtenu par voie sèche, sulfure ammonhydrique, pétrole léger, essence de térébenthine, naphtaline ;

» 2° Produits salins fixes et solubles dans l'eau : perlasse (carbonate de potasse du commerce), cendres vives, bicarbonate de soude, sulfate de fer ;

» 3° Produits divers : suie, savons ;

» 4° Produits mixtes : poudres de M. Crébessac.

» Les produits liquides ont été introduits dans de petits flacons, de 40 à 50 grammes, et enterrés dans le sol à environ 40 centimètres de profondeur, au fond d'un trou percé à l'aide d'une tarière. Les produits solides ont été mêlés avec une partie de la terre extraite au pied des ceps de vigne, introduits dans la cavité résultant de cette extraction et recouverts ensuite avec le restant de cette terre.

» Les expériences ont été faites, en général, sur deux pieds de vignes différents, étiquetés et placés parmi d'autres pieds sur lesquels aucun essai n'était fait, afin de pouvoir mieux juger les résultats qui seraient obtenus.

» *Résumé et conclusions.* — Tous les produits qui ont été essayés peuvent être employés pour combattre le Phylloxera, si l'on se place dans les conditions qui ont été indiquées.

» Le sulfure de carbone, qui avait été reconnu dangereux pour la vigne, peut être employé en le plaçant dans des flacons qui ne lui permettent de s'évaporer qu'avec lenteur.

» Le sulfure de calcium obtenu par voie sèche peut lui être substitué avantageusement, à cause de son prix qui est très-inférieur, et parce que, à une dose suffisante pour chasser ou faire périr le Phylloxera, il n'exerce point une action vraiment délétère sur la vigne.

» Le sulfure ammonhydrique devra être rejeté; l'essence de térébenthine

ne pourra être employée qu'à très-faible dose, et il en sera de même de la naphtaline, qui peut être très-nuisible à la vigne.

» La cendre et le carbonate de potasse, s'ils peuvent faire périr le Phylloxera, sont en même temps des produits qui exercent une action très-favorable sur la vigne et en augmentent le rendement en raisins, tant au point de vue de la qualité que de la quantité (1).

» Les sels de fer exercent une action très-favorable sur cette plante.

» La suie et les savons ne doivent être employés que lorsqu'on ne pourra se procurer d'autres produits; ils devront d'ailleurs ne l'être qu'à une faible dose.

» La poudre antiphylloxérique, à base potassique, de M. Crébessac, a donné des résultats qui ont dépassé toute espèce de prévision. Sous son influence, la vigne, loin de souffrir, a pris un magnifique développement, et le raisin qu'elle a donné a atteint la maturité avant celui des vignes voisines qui n'avaient pas été soumises au même traitement. »

M. L. Lajonie appelle l'attention de l'Académie sur un fait qui a été observé par lui, en 1873, dans la Gironde, et qui lui paraît ne devoir faire admettre qu'avec quelque réserve les conclusions présentées par M. Max. Cornu, au sujet des vignes de Cully. Une vigne présentant, au mois d'octobre, tous les caractères qui semblaient accuser les ravages du Phylloxera, fut soumise à un examen attentif: on n'y put découvrir que des moisissures. Au mois de mai suivant, alors qu'elle paraissait reprendre un peu de vigueur, on la trouva couverte de Phylloxeras. Le même fait s'est présenté, à la connaissance de l'auteur, dans deux autres vignes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. Ronssin, Adams adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. Guillon adresse une nouvelle Lettre relative à sa méthode de lithotritie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

---

(1) Si le nombre des grains de raisin n'est pas augmenté, chacun d'eux s'accroît en volume.

M. **Razault** adresse une Note relative à un appareil avertisseur, mettant en jeu une sonnerie électrique, au moindre commencement d'incendie, par la fusion d'un fil de plomb.

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle a déjà été soumise une Communication analogue de MM. Alph. Joly et P. Barbier, adressée à l'Académie le 9 février 1874.)

M. F. **Bertrand** adresse une Lettre relative à une collection paléontologique dont il a recueilli les éléments.

(Commissaires : MM. Delafosse, Des Cloizeaux.)

M. É. **Duchemin** adresse une Note relative au choix de la pierre dure à employer pour la construction des chapes des boussoles de marine.

Au lieu de la cornaline blanche, qui est le plus souvent utilisée par la Marine française, ou du grenat ordinaire, qui l'est aussi quelquefois, l'auteur propose l'agate onyx d'Allemagne, dont le prix de revient est insignifiant, qui résiste aux acides, et conserve très-longtemps son brillant. M. Duchemin a pu faire fabriquer des chapes, avec cette substance, pour sa boussole circulaire : il adresse à l'Académie une de ces chapes, et une chape en cornaline blanche, pour permettre la comparaison.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. **Malassez** et **Picard** adressent, par l'entremise de M. Cl. Bernard, une Note intitulée « Recherches sur les modifications qu'éprouve le sang dans son passage à travers la rate, au double point de vue de sa richesse en globules rouges et de sa capacité respiratoire ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *A. Genocchi*, imprimée en italien, et contenant la publication de quelques Lettres de Lagrange.

L'auteur espère que cette publication pourra être utilisée par l'éminent mathématicien qui dirige la nouvelle et splendide édition des « Œuvres complètes de Lagrange » et qui, en présentant à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 18 mai dernier, le sixième volume, a annoncé la publication prochaine du septième volume. Ce volume doit précisément contenir la célèbre Lettre de 1754.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, en outre, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Alphand*, directeur des promenades de Paris, intitulé « *Arboretum*, fleuriste de la Ville de Paris. »

ASTRONOMIE. — PASSAGE DE VÉNUS. — *Télégrammes adressés par M.* **Janssen**, *chef de la mission du Japon, à M. le Ministre de l'Instruction publique, à l'Académie des Sciences et au Bureau des Longitudes.*

« Nangasaki, 9 décembre, à $5^h 16^m$ du soir.

» Passage observé et contacts obtenus. Belles images avec le télescope sans ligaments. Vénus observée sur la couronne du Soleil. Photographies et plaques. Nuages par intervalles.

» Deux membres de la mission ont fait l'observation avec succès à Kobe.

» Janssen. »

« Nangasaki, 10 décembre, $12^h 4^m$ du soir.

» Télégramme envoyé hier, passage observé à Nangasaki et Kobe, contacts intérieurs sans ligaments au revolver photographique, quelques nuages pendant le passage. Vénus observée sur la couronne avant le contact, donnant la démonstration de l'existence de l'atmosphère coronale.

» Janssen. »

ASTRONOMIE. — PASSAGE DE VÉNUS. — *Lettre de M. E.* **MOUCHEZ**, *chef de la station de Saint-Paul, à M. Dumas, président de la Commission.*

« Ile Saint-Paul, 4 octobre 1874.

» J'ai l'honneur de vous informer qu'après de très-grandes difficultés la mission de Saint-Paul est parvenue à débarquer sur son île avec la partie la plus importante de son matériel, dans un premier mouillage, le 23 septembre.

» La *Dives* a perdu successivement trois ancres en trois jours. Les chaînes ayant rompu sous l'effort de très-fortes rafales, la troisième a cédé au moment où éclatait une très-forte tempête qui a duré quarante-huit heures et nous a chassés à 50 lieues sous le vent de l'île; on n'avait pu débarquer encore qu'une très-minime partie du matériel, à cause de l'état de la mer sur la barre qui déferlait fréquemment. M. Cazin n'ayant pas voulu rentrer à bord, et la chaîne ayant rompu pendant la nuit, il est resté quatre jours seul sur notre îlot, avec des vivres en quantité suffisante.

» Le 30 septembre, j'ai pu regagner le mouillage; la journée était assez belle; comme nous n'étions plus tenus que par notre dernière ancre, on a travaillé toute la journée avec une extrême ardeur, et dans la soirée tout le principal matériel était très-heureusement débarqué; cette fois, nous pûmes tous rester à terre sans aucun inconvénient : l'eau et les vivres étaient assurés pour tout mon personnel. Pendant la nuit une nouvelle tempête obligeait la *Dives* à partir avec le bois de nos cabanes, qui n'avait pas encore pu être débarqué : c'était le seul objet de notre matériel qui restât à bord.

» Ce matin on me signale la *Dives* qui revient au mouillage, bien que les rafales soient encore très-fraîches et le baromètre fort bas. J'espère qu'elle va, en deux ou trois voyages de chaloupe, m'envoyer mon bois, surtout si elle n'a pas perdu sa dernière ancre dans la nuit du 30 septembre au 1er octobre; mais, en supposant même qu'elle ne puisse pas le faire, l'installation de notre Observatoire n'est pas compromise : elle n'en sera qu'un peu plus difficile.

» J'espère que le temps s'améliorera le mois prochain, car actuellement il est détestable, et, dans ce cratère, les tourbillons de vent sont d'une telle violence qu'il est bien souvent fort difficile de se tenir debout. Dans l'impossibilité absolue de m'établir sur les hauteurs, je construis l'Observatoire sur la pointe nord de l'entrée, qui est assez favorable : le seul inconvénient

à craindre, c'est que quelque ras de marée ne nous mouille le pied de nos cabanes; nous sommes cependant à 5 ou 6 mètres au-dessus de la pleine mer. Le ciel est d'une extrême variabilité, le Soleil paraît et disparaît continuellement; sous ce rapport, les conditions paraissent moins mauvaises qu'on ne le disait.

» Je suis très-heureux d'avoir à vous donner ces bonnes nouvelles, Monsieur le Président, parce que je vous avoue que, pendant quelques jours, j'ai cru ma mission bien compromise par les grandes difficultés matérielles du débarquement.

» Je me hâte d'expédier ma chaloupe à bord de la *Dives* qui va se rapprocher de nouveau et pourra, j'espère, m'envoyer mes bois, et je vous prie de vouloir bien excuser la précipitation avec laquelle j'ai dû vous écrire. Nous sommes encore un peu dans le chaos du débarquement, logés sous des tentes qui résistent avec peine aux rafales et très-mal installés pour le travail; mais tout s'améliorera très-vite.

» M. Cazin est tout à fait remis de l'émotion de son isolement; tout le personnel est plein d'ardeur et fort heureux de son débarquement; nous avons bon espoir.

» *P.-S.* — Dès le premier jour, je me suis décidé à renvoyer la *Dives* à Bourbon; son séjour ici serait impossible ou trop dangereux; elle viendra nous chercher en décembre. Elle vous portera cette Lettre et donnera de nos nouvelles aux personnes qui s'intéressent à notre mission. »

ASTRONOMIE. — PASSAGE DE VÉNUS. — *Lettre de M.* FLEURIAIS, *chef de la mission de Pékin, à M. Dumas, président de la Commission.*

« Pékin, 10 octobre 1874.

» Par une Lettre en date du 15 septembre, je vous ai annoncé mon arrivée à Pékin. Cette Lettre vous informait, en outre, que l'Observatoire était en voie de construction dans l'enceinte de la Légation de France.

» Les cabanes ont été achevées le 20 septembre. Le montage des équatoriaux a commencé immédiatement. Le 4 octobre, tous les instruments étaient établis et réglés.

» Les positions relatives des différents instruments, rapportées à la méridienne et à la perpendiculaire de la lunette des passages, sont les suivantes :

			Hauteur au-dessus du plancher.
	°	°	m
Lunette méridienne................	0,00	0,00	1,25
Équatorial de 8 pouces (centre mouv[ts]).	4,95 au sud	2,88 à l'ouest	2,12
» de 6 pouces »	4,95 »	5,52 »	2,12
Lunette photographique (objectif)....	5,00 au nord	4,26 »	1,36
» (porte-plaques)	1,26 »	4,26 »	1,36
Miroir........................	7,41 »	4,26 »	1,36

» L'ensemble général est protégé par une construction en madriers, planches, nattes, toiles imperméables constituant une vaste cabane, divisée en trois pièces distinctes. La pièce sud comprend les deux équatoriaux. La toiture, de forme prismatique, se subdivise en triangles à rabattement, dont l'ouverture et la fermeture s'opèrent avec la plus grande facilité. La cabane de la lunette méridienne communique librement avec celle des équatoriaux. La cabane de l'appareil photographique peut être complétement fermée : la circulation de l'air s'établit par les dessous du plancher. Les détails de ces dispositions seront d'ailleurs donnés par un plan annexé au registre d'observations.

» Chaque instrument est relié au chronographe par un fil électrique. Le chronographe est dans le pavillon d'habitation, à 30 mètres de l'Observatoire. La plume 1 correspond à l'équatorial de 6 pouces. La plume 2 est en communication par *tremblement* avec le pendule, et par transmission directe avec l'instrument des passages et avec le 8 pouces. La plume 3 est commandée automatiquement par l'écran de l'appareil photographique. Ce dernier agit, également automatiquement, sur un trembleur placé près du miroir.

» Par suite, l'heure, les stops des observateurs et les mouvements de l'écran photographique seront enregistrés parallèlement, sur une même bande de papier, d'une façon qui rendra les erreurs presque impossibles. Cependant, en prévision d'interruptions subites et toujours à craindre dans les communications électriques, des aides, placés à côté de chacun des observateurs, noteront directement les différents stops.

» Dès le premier jour, le mouvement d'horlogerie du 8 pouces a fonctionné avec la plus grande régularité. L'objectif de cet équatorial a conservé son argentage intact. L'observation de Vénus, en plein jour, reste possible. La chaleur au foyer est insignifiante.

» Le montage du 6 pouces a donné à M. Lapied beaucoup d'ennuis. Le mouvement d'horlogerie est resté, comme à Paris, insuffisant pour entraîner régulièrement la masse des pièces mobiles. L'adjonction d'un

poids additionnel sur une corde sans fin a remédié à cet inconvénient, qui provient d'un ajustage défectueux des pignons de renvoi des mouvements.

» Comme instrument d'optique, le 6 pouces donne des images d'une netteté parfaite. La rigidité des pièces de cette lunette permet, en outre, des mesures en déclinaison complétement impossibles avec le 8 pouces. L'absence actuelle de l'argentage ne permet pas d'observer le Soleil : des verres coloriés ont été brisés; le noir de fumée, sur lame de mica, grésille et se volatilise. Dès que la mesure du pouvoir angulaire de l'appareil photographique sera terminée, l'objectif du 6 pouces sera argenté.

» M. Blarez a terminé le montage de l'appareil photographique et commencé la série des expériences préparatoires. L'argentage du miroir est intact. La netteté des épreuves est jusqu'ici très-satisfaisante.

» La lunette méridienne a été réglée dès le 23 septembre. L'état du temps n'a cependant encore permis d'obtenir que trois longitudes par culminations lunaires (25 et 30 septembre, 3 octobre).

» Depuis la fin de la Lune, la recherche de la latitude a été commencée. L'instrument ne portant pas de grand cercle, la méthode employée est celle de la mesure, au moyen du micromètre, de la différence des distances zénithales d'étoiles passant au nord et au sud du zénith.

» Il a été obtenu jusqu'ici trois valeurs, savoir

$$39° 54' 09'',2, \quad 39° 54' 09'',4, \quad 39° 54' 08'',7;$$

ces valeurs sont toutes basées sur l'observation des deux groupes : (γ Poissons - γ Céphée) d'une part, (Polaire - θ Baleine) d'autre part.

» Je cite les noms de ces étoiles, pour que, si on le jugeait nécessaire, les déclinaisons de ces astres puissent être observées directement à Paris.

» En résumé, en voyant les détails de l'installation ne conduire à aucun mécompte, je ne puis que préjuger du succès pour ce qui reste à faire; mais je dois dire que si, jusqu'ici, je n'ai eu à regrétter ni avaries, ni contre-temps, la raison doit en être attribuée en grande partie à l'accueil singulièrement bienveillant que nous avons reçu de M. de Geofroy et de M. de Roquette. Au point de vue de l'assistance qui nous a été donnée, je ne dois point non plus omettre de citer le nom de M. Scherjer, chancelier interprète de la Légation, qui n'a pas quitté le terrain pendant tout le courant de la construction de l'Observatoire.

» Ai-je besoin d'ajouter que, sans la présence continuelle de M. Scherjer, j'aurais été singulièrement embarrassé pour faire exécuter ces travaux,

fort simples sans doute, mais, dans tous les cas, d'une nature parfaitement inconnue aux entrepreneurs chinois. »

Après la lecture de ces documents qui témoignent si éloquemment du zèle et du courage de ses missionnaires, l'Académie décide, sur la proposition de M. le Président, qu'il sera écrit en son nom à MM. les chefs de mission pour leur dire combien sont vives ses sympathies, et pour leur adresser les remerciements de tous ceux qui, s'intéressant aux sciences, suivent avec intérêt et sollicitude la marche de leurs expéditions. Ils voudront bien transmettre à tout leur personnel l'expression des sentiments de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la dernière comète de M.* Borrelly. Lettre de M. **Stéphan**, présentée par M. Le Verrier.

Comète VI, 1874, *Borrelly*.

1874.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	L. f. p.	Distance polaire.	L. f. p.	Observ.	Étoile de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Déc. 7.	6.40.52	16. 0.24,52	$\bar{1}$,686	53.21.10,2	— 0,5004	Stéphan	*a*
8.	6.32.34	16. 1.25,03	$\bar{1}$,696	52.26.29,9	— 0,4984	Stéphan	*b*
9.	16.48. 9	16. 3.14,16	— $\bar{1}$,747	51. 0.17,2	— 0,6772	Borrelly	*c*
10.	5.59.33	16. 3.33,91	$\bar{1}$,728	50.36.34,1	— 0,5356	Stéphan	*d*

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1874,0.

Étoile de comp.	Autorités.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.
			h m s	° ′ ″
a	87 Weisse (N. C.) H. XVI.	5e	16. 4.22,15	53.11.33,8
b	1487 Weisse (N. C.) H. XV..	9e	15.59. 5,91	52.22.43,6
c	59, 60 Weisse (N. C.) H. XVI.	9e	16. 3.10,37	50.53. 7,0
d	1543, 44, 45 Weisse (N. C.) H. XVI.	7e	16. 0.38,19	50.30.11,2

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre d'un corps pesant posé sur un appui courbe.* Note de M. C. **Jordan**, présentée par M. Puiseux.

« Les équations dont il a été question dans la Note que nous avons adressée récemment à l'Académie (*) peuvent se former de la manière suivante :

» Soient X, Y, Z les coordonnées initiales d'un point quelconque du corps mobile C′; on trouve aisément que ces coordonnées, à un instant

(*) *Comptes rendus*, 23 novembre 1874, p. 1197 de ce volume.

quelconque, seront données par les formules

$$X_1 = \alpha \cos\gamma\left(\frac{1}{A'} - Z\right) - \beta \sin\gamma\left(\frac{1}{B'} - Z\right) + \frac{n}{A} + X\cos\gamma + Y\sin\gamma,$$

$$Y_1 = -\alpha \sin\gamma\left(\frac{1}{A'} - Z\right) - \beta\cos\gamma\left(\frac{1}{B'} - Z\right) + \frac{Nn}{BM} + \frac{D}{BM}y - X\sin\gamma + Y\cos\gamma,$$

$$Z_1 = Z + \alpha X - \beta Y,$$

où nous posons, pour abréger,

$$\alpha = -A'x' + Ax\cos\gamma - By\sin\gamma,$$
$$\beta = B'y' - Ax\sin\gamma - By\cos\gamma,$$
$$n = Mx + Ny.$$

» A l'aide de ces formules, on peut évaluer la force vive totale $\Sigma m \frac{dX_1^2 + dY_1^2 + dZ_1^2}{dt^2}$ du corps C′ à l'instant considéré. Elle sera de la forme $\Phi + \rho$, Φ étant une fonction quadratique de $\frac{d\alpha}{dt}$, $\frac{d\beta}{dt}$, $\frac{dn}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$, dont les coefficients contiennent $\sin\gamma$ et $\cos\gamma$, et ρ étant une somme de termes qui sont du second degré au moins en α, β, n, y, et contiennent, en outre, des facteurs de la forme $\frac{d\alpha}{dt}, \ldots, \frac{d\gamma}{dt}$.

» Les oscillations restant, par hypothèse, infiniment petites, la force vive doit être infiniment petite du second ordre. On en déduit aisément que $\frac{d\alpha}{dt}$, $\frac{d\beta}{dt}$, $\frac{dn}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$ sont infiniment petits; $\frac{dy}{dt}$ doit l'être également si D n'est pas infiniment petit.

» Supposons que D ne soit pas infiniment petit. Appliquant les formules de Lagrange et négligeant les infiniment petits du second ordre, on obtiendra les équations différentielles suivantes :

$$(2) \quad a_1 \frac{d^2\alpha}{dt^2} - \mathfrak{B}'' \frac{d^2\beta}{dt^2} + c_1 \frac{d^2 n}{dt^2} + d_1 \frac{d^2 y}{dt^2} - \mathfrak{B} \frac{d^2\gamma}{dt^2} = -\frac{1}{2}\mathfrak{M}\left(\frac{1}{A'} - h\right)\alpha,$$

$$(3) \quad -\mathfrak{B}'' \frac{d^2\alpha}{dt^2} + a_2 \frac{d^2\beta}{dt^2} + b_2 \frac{d^2 n}{dt^2} + c_2 \frac{d^2 y}{dt^2} - \mathfrak{B}' \frac{d^2\gamma}{dt^2} = -\frac{1}{2}\mathfrak{M}\left(\frac{1}{B'} - h\right)\beta,$$

$$(4) \quad c_1 \frac{d^2\alpha}{dt^2} + b_2 \frac{d^2\beta}{dt^2} + a_3 \frac{d^2 n}{dt^2} + b_3 \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{\mathfrak{M}}{2M} n,$$

$$(5) \quad d_1 \frac{d^2\alpha}{dt^2} + c_2 \frac{d^2\beta}{dt^2} + b_3 \frac{d^2 n}{dt^2} + a_4 \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{\mathfrak{M}D}{2M} y,$$

$$(6) \quad -\mathfrak{B} \frac{d^2\alpha}{dt^2} - \mathfrak{B}' \frac{d^2\beta}{dt^2} + \mathfrak{A}'' \frac{d^2\gamma}{dt^2} = 0,$$

en posant, pour abréger,

$$\mathfrak{M} = \Sigma m,\quad \mathfrak{B} = \Sigma m\mathrm{YZ},\quad \mathfrak{B}' = \Sigma m\mathrm{ZX},\quad \mathfrak{B}'' = \Sigma m\mathrm{XY},$$

$$\mathfrak{A} = \Sigma m[\mathrm{Y}^2 + (\mathrm{Z} - h)^2],\quad \mathfrak{A}' = \Sigma m[(\mathrm{Z} - h)^2 + \mathrm{X}^2],\quad \mathfrak{A}'' = \Sigma m(\mathrm{X}^2 + \mathrm{Y}^2),$$

$$a_1 = \mathfrak{M}\left(\frac{1}{\mathrm{A}'} - h\right)^2 + \mathfrak{A}',\quad c_1 = \frac{\mathfrak{M}\cos\gamma}{\mathrm{M}}\frac{\mathrm{A}' - \mathrm{A}}{\mathrm{A}}\left(\frac{1}{\mathrm{A}'} - h\right),\quad d_1 = -\frac{\mathfrak{M}\sin\gamma\,\mathrm{D}}{\mathrm{BM}}\left(\frac{1}{\mathrm{A}'} - h\right),$$

$$a_2 = \mathfrak{M}\left(\frac{1}{\mathrm{B}'} - h\right)^2 + \mathfrak{A},\quad b_2 = -\frac{\mathfrak{M}\sin\gamma}{\mathrm{M}}\frac{\mathrm{B}' - \mathrm{A}}{\mathrm{B}'}\left(\frac{1}{\mathrm{B}'} - h\right),\quad c_2 = -\frac{\mathfrak{M}\cos\gamma\,\mathrm{D}}{\mathrm{BM}}\left(\frac{1}{\mathrm{B}'} - h\right),$$

$$a_3 = \mathfrak{M}\left(\frac{1}{\mathrm{A}^2} + \frac{\mathrm{N}^2}{\mathrm{B}^2\mathrm{M}^2}\right),\quad b_3 = \frac{\mathfrak{M}\,\mathrm{ND}}{\mathrm{B}^2\mathrm{M}^2},\qquad a_4 = \frac{\mathfrak{M}\,\mathrm{D}^2}{\mathrm{B}^2\mathrm{M}^2}.$$

» L'équation (6) peut s'intégrer et donnera

$$\gamma = \frac{\mathfrak{B}\alpha + \mathfrak{B}'\beta + \varepsilon t + k}{\mathfrak{A}''},$$

ε et k étant des constantes dont la première est infiniment petite. D'ailleurs α et β sont infiniment petits. On aura donc sensiblement

$$\gamma = \frac{\varepsilon t + k}{\mathfrak{A}''}.$$

» Substituant cette valeur dans $\sin\gamma$ et $\cos\gamma$, qui figurent dans les coefficients des équations (2) à (5), on aura un système d'équations linéaires à coefficients lentement périodiques.

» On pourra d'ailleurs négliger la variation de ces coefficients, tant que t ne sera pas un infini comparable à $\frac{1}{\varepsilon}$. Pendant cette période, on pourra intégrer le système des équations différentielles comme si leurs coefficients étaient constants. L'inspection des intégrales montre qu'elles croîtront indéfiniment (pendant la période où elles sont applicables), si les conditions (1) ne sont pas satisfaites. On ne pourrait donc, dans ce cas, admettre sans contradiction que l'équilibre soit stable.

» Les équations (2) à (6) ont été établies dans l'hypothèse que D n'était pas infiniment petit. On peut donc se demander si, lorsque l'équilibre est stable, ces équations régissent les oscillations infiniment petites pendant tout le mouvement.

» Il en est certainement ainsi si $\mathrm{A}' > \mathrm{B}$; car dans ce cas D est toujours fini et positif, quelque valeur que l'on donne à l'angle γ dont il dépend.

» Au contraire, si $\mathrm{A}' < \mathrm{B}$, on pourra distinguer plusieurs périodes dans le mouvement.

» *Première période :* D *est fini.* — Les équations (2) à (6) sont applicables;

γ variera lentement avec le temps, dans un sens déterminé par le signe de ε, jusqu'à ce qu'il approche de la valeur qui annule D.

» *Deuxième période : D est infiniment petit, sans avoir atteint son maximum.* — On ne pourra plus affirmer que $\frac{dy}{dt}$ est infiniment petit. Il faudra donc compléter les équations différentielles, en y rétablissant les termes que cette hypothèse avait fait supprimer. Les équations cesseront alors d'être linéaires.

» *Troisième période.* — Elle commencera au moment où γ atteint la limite extrême λ, au delà de laquelle C′ ne peut plus tourner sur l'appui sans le pénétrer. A partir de ce moment, il se produira une résistance à l'accroissement ultérieur de γ, et le mouvement qui aura lieu sera le même que si γ était assujetti à chaque instant à prendre cette valeur λ, laquelle est une fonction déterminée de α, β, n, y. On n'aura plus que quatre variables indépendantes, et la forme des équations différentielles sera complétement changée.

» Chaque période pourra d'ailleurs se reproduire plusieurs fois dans le cours du mouvement.

» Nous terminerons par cette remarque, qu'il existe deux cas où l'on peut, par un changement de variables, ramener le problème des petites oscillations à l'intégration d'un système d'équations linéaires à coefficients constants :

» *Premier cas : l'appui est de révolution.* — On prendra pour variables $\alpha, \beta, \gamma, x', y'$.

» *Deuxième cas : le solide C′ est de révolution* (par sa constitution interne comme par sa surface extérieure). — Les variables à prendre seront

$$\alpha \cos\gamma - \beta \sin\gamma, \quad \alpha \sin\gamma + \beta \cos\gamma, \quad \gamma, x, y. \text{ »}$$

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les résidus cubiques.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Dans la treizième Note de son Mémoire sur la théorie des nombres (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XVII, p. 724), Cauchy s'occupe de l'équation $4p = x^2 + 3y^2$, où p désigne un nombre premier $3\varpi + 1$. Il démontre qu'on la vérifie en prenant pour valeur de x le résidu minimum, compris entre $-\frac{1}{2}p$ et $\frac{1}{2}p$, du coefficient binomial $-\Pi = -\frac{(\varpi+1)(\varpi+2)\ldots 2\varpi}{1.2.3\ldots\varpi}$ divisé par p; puis observant que, pour les exemples donnés ($p = 7, 13, 19$), la valeur de y est constamment divisible par 3, il ajoute qu'on peut dé-

montrer qu'il en sera toujours ainsi, conformément au théorème de Jacobi, et il renvoie, pour la démonstration, à une Note insérée dans le tome X des *Comptes rendus* (p. 594). Or, dans cette Note, Cauchy emploie des considérations toutes différentes de celles qu'il a employées dans le Mémoire cité. Ne pourrait-on pas obtenir le même résultat sans changer de méthode? En cherchant à résoudre cette question, je suis parvenu à une solution affirmative. L'avantage d'obtenir directement le théorème de Jacobi n'est pas le seul qui recommande cette solution à l'attention des géomètres; on y trouvera de plus les relations simples qui rattachent les coefficients de la fonction $R_{1,1}$ de Cauchy, tant avec la solution de l'équation $4p = L^2 + 27M^2$ qu'avec les nombres n, n', n'', qui expriment les nombres de solutions de certaines congruences dont la considération est utile dans la théorie des résidus cubiques, et dont M. Lebesgue s'est occupé dans son Mémoire sur les lois de réciprocité.

» Désignons par t une racine primitive de la congruence $x^{p-1} \equiv 1 (\text{mod.}\, p)$; par f une racine primitive de l'équation $x^3 - 1 = 0$; soit $t^{\varpi} \equiv r (\text{mod.}\, p)$; r sera une racine primitive de la congruence $x^3 - 1 \equiv 0 (\text{mod.}\, p)$.

» La fonction de Cauchy $R_{1,1}$ est égale à $\Sigma \rho^{\text{ind.}s(s+1)} = a_0 + a_1 \rho + a_2 \rho^2$, a_i désignant le nombre des termes de la suite

$$2, 6, \ldots s(s+1), \ldots, (p-2)(p-1),$$

dont les indices sont de la forme $3l + i$, ou, si l'on veut, qui sont congrus suivant le module p, à des puissances de t dont les exposants sont de la forme $3l + i$.

» Il résulte des formules de Cauchy que les coefficients a_0, a_1, a_2 sont déterminés par les trois relations

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} a_0 + a_1 + a_2 = p - 2, \quad a_0 + a_1 r + a_2 r^2 \equiv 0 (\text{mod.}\, p), \\ \qquad\qquad a_0 + a_1 r^2 + a_2 r \equiv -\Pi (\text{mod.}\, p), \end{array} \right.$$

Π désignant le coefficient binomial $\frac{(\varpi+1)(\varpi+2)\ldots 2\varpi}{1.2\ldots\varpi}$. De plus,

$$\begin{aligned} p = R_{1,1} R_{2,2} &= (a_0 + a_1 \rho + a_2 \rho^2)(a_0 + a_1 \rho^2 + a_2 \rho) \\ &= \left(a_0 - \frac{a_1 + a_2}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{a_1 - a_2}{2}\right)^2; \end{aligned}$$

donc

$$(2) \qquad 4p = (2a_0 - a_1 - a_2)^2 + 3(a_1 - a_2)^2.$$

Or la somme des deux dernières relations (1) donne

$$2a_0 - a_1 - a_2 \equiv -\Pi (\text{mod.}\, p);$$

d'un autre côté, le théorème de Jacobi nous apprend que le nombre L, propre à vérifier l'équation $4p = L^2 + 27M^2$, est déterminé par la congruence $L \equiv -\Pi$; on a donc $2a_0 - a_1 - a_2 \equiv L \pmod{p}$. Mais les deux nombres $(2a_0 - a_1 - a_2)$ et L sont tous deux compris entre $-\frac{1}{2}p$ et $+\frac{1}{2}p$; on a donc $2a_0 - a_1 - a_2 = L$; et, par conséquent, $3(a_1 - a_2)^2 = 27M^2$, ce qui exige que la différence $a_1 - a_2$ soit divisible par 3. Mais, au lieu de supposer le théorème de Jacobi, nous allons démontrer directement que la différence $a_1 - a_2$ est toujours un multiple de 3, et nous en déduirons le théorème de Jacobi.

» Désignons par n, n', n'' les nombres des termes de la suite

$$\text{(I)} \qquad 1+1, \quad 1+t^3, \quad 1+t^6, \quad 1+t^{p-4},$$

dont les indices sont compris respectivement dans les formules $3l$, $3l+1$, $3l+2$; désignons ensuite par n_1, n'_1, n''_1, et par n_2, n'_2, n''_2 ce que deviennent les nombres n, n', n'', quand à la suite (I) on substitue la suite

$$\text{(II)} \qquad 1+t, \quad 1+t^4, \quad 1+t^7, \ldots, \quad 1+t^{p-3},$$

ou la suite

$$\text{(III)} \qquad 1+t^2, \quad 1+t^5, \quad 1+t^8, \ldots, \quad 1+t^{p-2}.$$

» Comme -1 est résidu cubique, les nombres n, n', n'' sont les nombres de solutions des trois congruences $1+t^{3x}+t^{3y} \equiv 0$, $1+t^{3x}+t^{3y+1} \equiv 0$, $1+t^{3x}+t^{3y+2} \equiv 0 \pmod{p}$, où les nombres x et y doivent être pris dans la suite 0, 1, 2, 3,..., $\Pi - 1$; ou encore, en désignant par α, α',... les résidus cubiques, par β, β',... et γ, γ',... les non-résidus de première et de seconde classe, les nombres n, n', n'' expriment les nombres de solutions des trois congruences

$$(a)\ 1+\alpha+\alpha' \equiv 0, \quad (b)\ 1+\alpha+\beta \equiv 0, \quad (c)\ 1+\alpha+\gamma \equiv 0 \pmod{p}.$$

» De même, n_1, n'_1, n''_1 et n_2, n'_2 et n''_2 sont les nombres de solutions de congruences

$$(a')\ 1+\beta+\alpha \equiv 0, \quad (b')\ 1+\beta+\beta' \equiv 0, \quad (c')\ 1+\beta+\gamma \equiv 0,$$
$$(a'')\ 1+\gamma+\alpha \equiv 0, \quad (b'')\ 1+\gamma+\beta \equiv 0, \quad (c'')\ 1+\gamma+\gamma' \equiv 0 \pmod{p}.$$

» On voit immédiatement que les congruences (a') et (b) ne diffèrent que par l'ordre des termes, ainsi que (a'') et (c), (b'') et (c'); on a donc $n_1 = n'$, $n_2 = n''$, $n'_2 = n''_1$. De plus, si l'on fait correspondre à chaque valeur de β un nombre γ' déterminé par la congruence $\gamma'\beta \equiv 1 \pmod{p}$, et qu'on multiplie les deux congruences (b) et (b') par γ', on obtient respectivement $\gamma'+\gamma+1 \equiv 0$, $\gamma'+1+\alpha \equiv 0$; car le produit d'un nombre γ

par un nombre α est un nombre γ, et le produit d'un nombre γ par un nombre β est un nombre α. On pourra donc de cette manière faire correspondre une à une les solutions de la congruence (b) avec celles de la congruence (c''), les solutions de la congruence (b') avec celles de la congruence (c). On a donc $n' = n''_2$, $n'_1 = n''$.

» Nous pouvons encore trouver une autre relation. Les ϖ termes de la suite (I) se réduisent tous à des nombres α, β ou γ, à l'exception d'un seul $1 + t^{\frac{p-1}{2}}$, qui est multiple de p. On a donc $n + n' + n'' = \varpi - 1$. Les termes des suites (I) et (II) se réduisent, sans exception, à des nombres α, β ou γ. On a donc $n_1 + n'_1 + n''_1 = n_2 + n'_2 + n''_2 = \varpi$; ou encore, à cause des relations précédentes, $n' + n'' + n''_1 = n'' + n''_1 + n' = \varpi$.

» Des deux équations $n + n' + n'' = \varpi - 1$, $n' + n'' + n''_1 = \varpi$, on déduit par soustraction $n''_1 = n + 1$. Ainsi les nombres de solutions des congruences

$$\begin{matrix} (a), & (b), & (c), \\ (a'), & (b'), & (c'), \\ (a''), & (b''), & (c'') \end{matrix}$$

seront exprimés respectivement par les termes correspondants du tableau :

$$\begin{matrix} n, & n', & n'', \\ n', & n'', & n+1, \\ n'', & n+1, & n'. \end{matrix}$$

La connexion de ces nombres avec les coefficients a_0, a_1, a_2 résulte de ce que l'on peut considérer ces derniers comme exprimant les nombres des termes de la suite

(IV) $\qquad 1(1+1),\quad t(1+t),\quad t^2(1+t^2),\ldots,\quad t^{p-2}(1+t^{p-2}),$

dont les indices sont respectivement $3x$, $3x+1$, $3x+2$. En effet, si, dans cette suite, on réduit les puissances de t à leur résidu positif, suivant le module p, un seul terme $t^{\frac{p-1}{2}}\left(1 + t^{\frac{p-1}{2}}\right)$ se réduit à zéro, et les autres donnent, dans un certain ordre, tous les nombres

(V) $\qquad 1(1+1),\quad 2(1+2),\quad 3(1+3),\ldots,\quad (p-2)(p-1),$

doubles des nombres triangulaires. Le nombre des termes de la suite (IV) dont les indices sont de la forme $3l+1$ est donc le même que celui des termes de la suite (V) dont les indices sont de cette même forme.

» Le coefficient a_0 est donc le nombre des solutions de la congruence $t^x(1+t^x) \equiv t^{3y}$, ou $1 + t^x \equiv t^{3y-x}$ (mod. p). Partageons les valeurs de x en trois groupes, dont l'un renfermera les multiples de 3, un autre les

termes $3s+1$, et le troisième les termes $3s+2$; le nombre a_0 sera la somme des nombres de solutions des trois congruences $1+t^{3s}\equiv t^{3(y-s)}$, $1+t^{3s+1}\equiv t^{3(y-s-1)+2}$, $1+t^{3s+2}\equiv t^{3(y-s-1)+1}$ (mod. p), dans lesquelles s et y peuvent prendre l'une quelconque des valeurs $0, 1, 2, \ldots, \varpi-1$. On a donc $a_0 = n + n''_1 + n'_2$, ou bien, en vertu des relations démontrées précédemment, $a_0 = 3n+2$.

» On démontrerait, par un raisonnement tout semblable, que l'on a $a_1 = n' + n_1 + n''_2 = 3n'$ et $a_2 = n'' + n'_1 + n_2 = 3n''$. L'équation (2) devient donc

(3) $$4p = [6n + 4 - 3(n'+n'')]^2 + 27.(n'-n'')^2 = L^2 + 27.M^2.$$

D'ailleurs $2a_0 - a_1 - a_2 \equiv -\Pi$ (mod. p); donc

$$L = 6n - 3(n'+n''-1) + 1 \equiv -\Pi \ (\text{mod. } p).$$

» Nous pouvons donc énoncer le théorème de Jacobi :

« *Soit p un nombre premier $3\varpi+1$, et posons $4p = L^2 + 27M^2$, ce qui est toujours possible (d'une seule manière); L sera le résidu minimum (compris entre $-\frac{1}{2}p$ et $\frac{1}{2}p$) du nombre $-\frac{(\varpi+1)(\varpi+2)\ldots 2\varpi}{1.2\ldots\varpi}$ divisé par p, et ce résidu, divisé par 3, laisse toujours 1 pour reste.* »

» Les trois relations $6n+4-3(n'+n'') = L$, $n'-n'' = \pm M$, $n+n'+n'' = \varpi - 1$ donnent les formules

(4) $$n = \frac{p+L-8}{9}, \quad n' = \frac{2p-L-4\pm 9M}{18}, \quad n'' = \frac{2p-L-4\mp 9M}{18},$$

que M. Lebesgue a obtenues par une autre méthode.

» On a aussi, à cause des relations $a_0 = 3n+2$, $a_1 = 3n'$, $a_2 = 3n''$,

(5) $$a_0 = \frac{p+L-Q}{3}, \quad a_1 = \frac{2p-L-4\pm 9M}{6}, \quad a_2 = \frac{2p-L-4\pm 9M}{6},$$

(6) $$L = 9n - p + 8 = 3a_0 + 2 - p, \quad \pm M = (n'-n'') = \frac{a_1 - a_2}{3}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Sur deux lois simples de la résistance vive des solides* (suite). Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Ces expressions de A, B se simplifient dans les problèmes de résistance vive dont il s'agit, car alors, à l'époque $t=0$, c'est-à-dire à l'instant du choc, les déplacements $\mathcal{J}_1$, $\mathcal{J}_2$, $\mathcal{J}_3$ sont nuls partout, et les vitesses F_1, F_2, F_3 n'ont de valeurs sensibles qu'à l'intérieur du petit volume, ayant les coordonnées (X, Y, Z), où se trouve la masse heurtante Q. Les coefficients B sont donc nuls. D'ailleurs les équations qui régissent les fonc-

tions φ, χ, ψ ne les déterminent qu'à un facteur constant près, et l'on peut supposer ce facteur choisi de manière que la somme $\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2$ vaille l'unité au point (X,Y,Z), ou que φ, χ, ψ y désignent précisément les cosinus des angles que fait avec les trois axes le déplacement de la masse concentrée Q, dans le système de vibrations simples que l'on considère. L'expression $\varphi F_1 + \chi F_2 + \psi F_3$ représente donc, au seul endroit où elle ne soit pas nulle, la projection de la vitesse du corps heurtant sur la direction que va suivre ce corps Q en accomplissant les oscillations pendulaires dont on se propose de déterminer l'amplitude, et l'intégrale $\int(\varphi F_1 + \chi F_2 + \psi F_3)\rho\, d\varpi$ n'est autre que la composante, suivant la même direction, de la quantité totale de mouvement qui anime la masse heurtante à l'instant du choc. En désignant par $\mathfrak{Q}$ cette composante, les formules (9) deviendront

$$(10) \qquad B = 0, \quad A = \frac{\mathfrak{Q}}{\int_\varpi (\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2)\rho\, d\varpi}.$$

» Par suite, si l'on appelle f la demi-amplitude des oscillations, dont la période est 2π divisé par k, décrites par la masse concentrée Q, on aura, d'après les relations (4), $f =$ le quotient de A par k, ou bien, en vertu des valeurs (7) et (10) de k^2 et de A,

$$(11) \qquad f = \frac{\mathfrak{Q} k}{2\int_\varpi \Psi\, d\varpi}.$$

» Quand le rapport de la masse concentrée Q à la masse disséminée P est assez grand pour qu'on puisse supposer la densité ρ nulle, si ce n'est dans un très-petit espace autour du point (X, Y, Z), les fonctions φ, χ, ψ deviennent, d'après ce qui a été dit à la suite des formules (5), égales aux déplacements d'équilibre u, v, w, qui se produiraient *si*, aucune action extérieure n'étant appliquée aux divers éléments de volume $d\varpi$ du corps, *la partie concentrée* Q était seule soumise à une force Qk^2, dans la direction qui fait avec les axes des angles ayant pour cosinus les valeurs de φ, χ, ψ en (X, Y, Z), ou, mieux encore, *se trouvait écartée, de sa position d'état naturel et suivant la même direction, d'une quantité égale à l'unité*. La direction dont il s'agit pourra être quelconque, car un tel équilibre est possible, quelle qu'elle soit. On sait d'ailleurs que cet équilibre est entièrement déterminé ou n'admet qu'un seul système de valeurs de u, v, w, c'est-à-dire, aux divers points du corps, de φ, χ, ψ; il n'y aura donc qu'un seul mode possible de vibrations, et par suite une seule valeur de k^2, pour lesquelles le mouvement de la masse Q se fasse dans un sens déterminé. J'appellerai φ_0, χ_0, ψ_0, $\mathfrak{N}_1^0$, $\mathfrak{N}_2^0$, ..., $\mathfrak{E}_1^0$, ..., Ψ_0 les valeurs de φ, χ, ψ, $\mathfrak{N}_1$,

$\mathfrak{N}_2, \ldots, \mathfrak{T}_1, \ldots, \Psi$ dont il s'agit, ou qui correspondent au cas où la masse disséminée P serait nulle. Elles vérifient, outre les conditions spéciales à la surface du corps, les équations indéfinies d'équilibre

$$(12)\qquad \frac{d\mathfrak{N}_1^0}{dx} + \frac{d\mathfrak{T}_3^0}{dy} + \frac{d\mathfrak{T}_2^0}{dz} = 0, \quad \frac{d\mathfrak{T}_3^0}{dx} + \ldots = 0, \quad \frac{d\mathfrak{T}_2^0}{dx} + \ldots = 0.$$

» Mais, laissant de côté le cas assez rare où les inerties de la masse P sont ainsi négligeables, admettons seulement que le rapport de P à Q reste assez modéré pour que les déformations produites par le choc ne diffèrent pas très-notablement de ce qu'elles seraient si P était nul. Proposons-nous d'étudier en particulier les mouvements dans lesquels la masse concentrée Q se déplace parallèlement à une direction fixe, déterminée. S'il y a plusieurs systèmes de valeurs de φ, χ, ψ, ou plusieurs modes distincts de vibrations pendulaires, qui satisfassent à cette condition, les expressions de u, v, w pourront néanmoins, avec une certaine approximation, être réduites à leur terme principal, c'est-à-dire à celui qui correspond aux valeurs de φ, χ, ψ, voisines de celles φ_0, χ_0, ψ_0, qu'on aurait seules pour $P = 0$. Il importe donc surtout d'évaluer ce terme principal, et spécialement : 1° la période, 2π divisé par k, du mouvement vibratoire qu'il représente; 2° l'écart maximum f qu'éprouve, en effectuant ce mouvement, la partie concentrée Q du système. A cet effet, transformons l'intégrale $\int \Psi\, d\varpi$ qui paraît dans les valeurs (7) et (11) de k^2 et de f.

» Appelons $\Delta\varphi_0$, $\Delta\chi_0$, $\Delta\psi_0$ les différences $\varphi - \varphi_0$, $\chi - \chi_0$, $\psi - \psi_0$, supposées assez petites, et qui seront tout au plus comparables au rapport de P à Q; Ψ_Δ ce que devient la fonction homogène du second degré Ψ, lorsqu'on y met, au lieu de φ, χ, ψ, ces différences. D'après la forme même de Ψ, si, dans $\int \Psi\, d\varpi$, on remplace φ, χ, ψ par $\varphi_0 + \Delta\varphi_0$, $\chi_0 + \Delta\chi_0$, $\psi_0 + \Delta\psi_0$, qu'ensuite, après avoir développé, on groupe des termes analogues en observant que les dérivées partielles du premier ordre de Ψ_0 sont justement les six fonctions $\mathfrak{N}^0$, $\mathfrak{T}^0$, il viendra

$$(13)\qquad \left\{ \begin{aligned} \int_\varpi \Psi\, d\varpi &= \int_\varpi \Psi_0\, d\varpi + \int_\varpi \Psi_\Delta\, d\varpi \\ &\quad + \int_\varpi \left[\mathfrak{N}_1^0 \frac{d\Delta\varphi_0}{dx} + \ldots + \mathfrak{T}_1^0 \left(\frac{d\Delta\chi_0}{dz} + \frac{d\Delta\psi_0}{dy} \right) + \ldots \right] d\varpi. \end{aligned} \right.$$

» Or le dernier terme de cette formule est justement, à part le signe, le premier membre de la relation qu'on aurait : 1° en ajoutant les trois équations (12), respectivement multipliées par $\Delta\varphi_0\, d\varpi$, $\Delta\chi_0\, d\varpi$, $\Delta\psi_0\, d\varpi$; 2° en

intégrant les résultats par parties, dans toute l'étendue du volume qu'occupe la masse P, de manière à détacher encore une intégrale relative à sa superficie; et 3° en observant que l'élément total de cette intégrale s'annule partout, soit en vertu des conditions, spéciales à la surface, dont il a été parlé, soit, tout autour du point (X, Y, Z), en vertu des égalités admises des cosinus φ et φ_0, χ et χ_0, ψ et ψ_0. Le dernier terme de (13) est donc nul. En outre, le terme précédent, $\int \Psi_\Delta d\varpi$, est de l'ordre des carrés ou des produits de $\Delta\varphi_0$, $\Delta\chi_0$, $\Delta\psi_0$, et, si l'on regarde comme négligeables des quantités de cet ordre de petitesse, la valeur (13) de $\int \Psi d\varpi$ se réduit à son premier terme, indépendant des masses P, Q.

» D'autre part, le dénominateur du second membre de la formule (7) revient évidemment à $Q + \int(\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2)\, dP$, et l'on peut, au même degré d'approximation quand le rapport de P à Q est une petite quantité, y remplacer φ, χ, ψ par φ_0, χ_0, ψ_0 dans le second terme, qui est déjà comparable à P. Les formules (7) et (11), ainsi devenues

$$(14) \qquad k^2 = \frac{2\int_\varpi \Psi_0 d\varpi}{Q + \int_P (\varphi_0^2 + \chi_0^2 + \psi_0^2)\, dP}, \quad f = \frac{\mathfrak{Q}}{2\int_\varpi \Psi_0 d\varpi} k,$$

seront justement l'expression analytique des deux lois que j'ai énoncées au commencement de cette Note, et que je me proposais de démontrer.

» Les deux mêmes lois s'étendent aux cas où la masse heurtante, au lieu d'être concentrée tout entière dans une très-petite région, se compose de plusieurs masses distinctes, situées en différents points, pourvu que, par suite de liens établis entre elles ou simplement pour des raisons de symétrie, leurs déplacements u, v, w soient à chaque instant égaux ou, plus généralement, vaillent des fonctions déterminées de trois d'entre eux. Les quantités φ, χ, ψ sont alors connues et fixées, aux divers points qu'occupent ces masses, dès qu'on les donne en un seul (X, Y, Z) de ces points, où l'on pourra continuer à les prendre égales aux trois cosinus des angles faits avec les axes par la direction du mouvement pendulaire correspondant qui s'y trouve produit. En appelant toujours φ_0, χ_0, ψ_0 les valeurs que reçoivent φ, χ, ψ quand la masse heurtée P est nulle, on continuera donc à avoir, en tous les points particuliers dont il s'agit, $\varphi = \varphi_0$, $\chi = \chi_0$, $\psi = \psi_0$; le dernier terme de (13) ne cessera pas de s'annuler et l'intégrale $\int \Psi d\varpi$ se réduira encore, sauf erreur négligeable du second ordre, à $\int \Psi_0 d\varpi$. De même, la partie de l'intégrale $\int(\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2)\rho\, d\varpi$, qui dépend des éléments dP de la masse heurtée, pourra encore s'écrire approximativement $\int(\varphi_0^2 + \chi_0^2 + \psi_0^2)\, dP$: quant aux parties de la même intégrale qui con-

ernent les divers fragments de la masse heurtante, elles donnent en tout une somme que j'appellerai Q, mais qui n'égalera la masse heurtante totale qu'autant que l'amplitude de leurs mouvements sera la même pour tous, car ces divers fragments y sont multipliés par le carré $\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2$ de leurs déplacements proportionnels. Pareillement, dans la seconde formule (9), l'expression $\varphi F_1 + \chi F_2 + \psi F_3$, aux seuls points où elle ne soit pas nulle, c'est-à-dire à ceux qu'occupe chaque portion de la masse heurtante, représentera la projection de la vitesse initiale du fragment considéré sur la direction de son mouvement vibratoire subséquent, multipliée par la demi-amplitude relative correspondante $\sqrt{\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2}$: l'intégrale $\int(\varphi F_1 + \chi F_2 + \psi F_3)\rho\, d\varpi$, que l'on peut encore appeler $\mathfrak{Q}$, égalera donc la somme des produits des quantités de mouvement animant les masses heurtantes, au moment du choc, suivant les directions que suivent ces masses dans leur mouvement vibratoire, par leurs écarts maxima comparés à celui du fragment déterminé dont les coordonnées d'équilibre ont été appelées X, Y, Z. Grâce à ces légères modifications, les formules (7) et (11) continueront à donner les valeurs approchées (14) de k^2 et de f.

» Remarquons enfin que, dans les problèmes les plus usuels, le mouvement vibratoire étudié est de même sens pour tous les points du système : alors les inerties des diverses parties dP de la masse disséminée agissent à chaque instant de manière à accroître leurs déplacements dus aux inerties des masses heurtantes ou concentrées, et la valeur $\sqrt{\varphi^2 + \chi^2 + \psi^2}$ de l'écart proportionnel de chacune de ces parties est plus grande qu'elle ne serait sans cela, c'est-à-dire pour $P = 0$. Ainsi le dénominateur de l'expression (14) de k^2 est approché par défaut. Mais, vu la formule (13), l'intégrale $\int \Psi\, d\varpi$ y est aussi évaluée par défaut dans le numérateur. Ces erreurs se compensent par suite en partie, et l'on conçoit que la formule (14) de k^2 soit encore assez approchée, comme l'a reconnu M. de Saint-Venant (*), même pour des valeurs assez grandes du rapport de P à Q. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Communication récente de* M. Volpicelli, *sur l'influence électrique.* Note de M. E. **Blavier.**

« L'Académie a publié, dans le *Compte rendu* de la séance du 16 novembre dernier, une Note sur l'influence électrique, dans laquelle M. Volpicelli cite plusieurs expériences dont les résultats lui paraissent en oppo-

---

(*) *Comptes rendus*, 1857, t. XLV, p. 204; 1865, t. LX, p. 42, 734, et t. LXI, p. 36; 1866, t. LXII, p. 1195.

sition avec la théorie adoptée. Je crois devoir faire remarquer que les faits signalés par M. Volpicelli sont absolument conformes à la théorie telle qu'elle a été établie par Georges Green en 1828, et telle qu'elle a été exposée dans le Traité de la *Théorie mécanique de la chaleur* de M. Briot, dans le Traité d'électricité de M. Maxwell, dans les Leçons de M. Bertrand au Collége de France, etc.

» Deux conducteurs mis en communication par un fil métallique se mettent au même potentiel (ou à la même tension), et le fluide positif passe, en partie, du conducteur dont le potentiel est le plus élevé à l'autre. D'un autre côté, un conducteur placé dans le voisinage d'un corps électrisé positivement prend un potentiel positif. Si donc on relie ce dernier à un électromètre dont le potentiel a été ramené à zéro, par une communication momentanée avec la terre, il perdra une partie de son fluide positif qui passera dans l'électromètre et lui communiquera un potentiel positif, accusé par l'écartement des lames mobiles. C'est le cas de la seconde expérience de M. Volpicelli. Les autres s'expliquent de la même manière. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'inconvénient que présente l'emploi des vases en verre de Bohême dans les analyses chimiques et en particulier dans l'alcalimétrie.* Note de M. P. TRUCHOT, présentée par M. Balard.

« On sait que les vases de verre dans lesquels on fait bouillir divers liquides, et même de l'eau pure, cèdent peu à peu une petite quantité de leur propre substance : silice, potasse, soude, chaux ; Lavoisier a cité cette réaction pour prouver que l'eau ne se change pas en terre par l'ébullition. D'autre part, quelques Traités d'analyse signalent le même fait, pour mettre en garde les opérateurs dans les analyses qui exigent une grande précision. En général, on ne tient pas compte de cette cause d'erreur, tout à fait négligeable dans la plupart des dosages.

» Il n'en est plus ainsi lorsqu'il s'agit de l'alcalimétrie, et lorsqu'on emploie ces vases en verre de Bohême qui se répandent aujourd'hui en France dans les laboratoires de Chimie, à cause de la facilité avec laquelle ils supportent l'action du feu, et qu'on appelle *kochflaschen* ou *becherglas*, suivant que leur forme rappelle celle de nos anciennes fioles à médecine ou celle des vases à précipiter.

» Si l'on veut, par exemple, déterminer dans une liqueur un carbonate alcalin, on y verse goutte à goutte une solution titrée d'un acide jusqu'à

ce que la teinture de tournesol ajoutée vire au rouge, et, pour éliminer l'acide carbonique qui donnerait une couleur rouge vineux, on porte à l'ébullition. Or les vases en verre de Bohême, très-commodes d'ailleurs pour cette opération, par une ébullition de *quelques minutes* seulement, cèdent assez d'alcali pour ramener au bleu la teinture de tournesol après la saturation. On est conduit à ajouter encore de l'acide et à porter de nouveau à l'ébullition; mais le même phénomène se reproduit, l'analyse est erronée et d'autant plus qu'on fait bouillir plus longtemps. Du moins, c'est ce qui résulte de l'emploi de vases venus d'Allemagne et achetés à Nancy en 1873 et 1874.

» On met très-aisément ce fait en évidence en faisant bouillir, dans un *kochflaschen*, de l'eau pure additionnée de teinture de choux rouges, ou de sirop de violettes coloré en rouge par un acide : après quelques instants d'ébullition, la liqueur devient verte.

» Les vases français, verres à base de soude, ne sont pas sensiblement attaqués et ne présentent pas cet inconvénient. »

CHIMIE. — *De l'action de l'hydrogène sur le nitrate d'argent.* Note de M. N. **Békétoff.**

« L'action de l'hydrogène sur les dissolutions de nitrate d'argent a donné lieu à des recherches contradictoires, de la part de M. Roussel et de M. Pellet. Tandis que le premier de ces auteurs affirme, d'après ses observations, que l'hydrogène produit la réduction de l'argent de ses dissolutions, M. Pellet (1), de son côté, est arrivé à des résultats expérimentaux entièrement opposés à ceux de M. Roussel, et conclut à une entière inaction de l'hydrogène pur sur lesdites solutions. Ce savant attribue la réduction de l'argent dans les expériences de M. Roussel, ou à des traces d'hydrogène arsénieux dans l'hydrogène employé, ou à la présence d'un excès d'oxyde d'argent dans le nitrate. Ayant fait sur le même sujet un travail publié dans les *Comptes rendus* (2), je me crus obligé d'entreprendre de nouvelles recherches, dont je m'empresse de communiquer les résultats à l'Académie.

» Toutes les expériences faites jusqu'à présent sur ce sujet sont des ex-

(1) *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 442; 1859.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1132; 1874.

périences qualitatives : j'appliquai à quelques-unes, pour les rendre plus concluantes, la méthode quantitative ; mais, pour que la quantité de l'argent réduit et de l'hydrogène absorbé puisse être mesurée avec quelque précision, les expériences doivent durer longtemps, puisque l'action de l'hydrogène, comme me l'avaient appris mes anciennes recherches, est excessivement lente. L'hydrogène employé dans une de mes expériences quantitatives avait séjourné préalablement pendant huit jours en présence d'une dissolution de nitrate d'argent dans un vase scellé, et ce n'est qu'après qu'il a été introduit dans le tube à expérience.

» Dans les deux autres, l'hydrogène a été obtenu à l'aide d'un zinc ne contenant pas d'arsenic ; cet hydrogène a été d'ailleurs purifié par son passage à travers un long tube à ponce imbibé d'une dissolution de nitrate d'argent. Pour les trois tubes les résultats ont été les mêmes. Quant à la dissolution d'argent, elle a été préparée avec un sel cristallisé d'une liqueur acide et légèrement desséchée. Les expériences destinées à être quantitatives, qui seules sont citées dans la présente Note, ont duré quatre mois. Les dissolutions de sels d'argent avec l'hydrogène se trouvaient dans des tubes scellés, enveloppés de plusieurs feuilles de papier et posés horizontalement dans un endroit obscur. Le volume du gaz introduit était mesuré avant et après l'ouverture du tube sous l'eau ; la différence de ces deux volumes exprime le volume de l'hydrogène absorbé. Voici les données de trois expériences ; les volumes de gaz sont ramenés à zéro et à la pression de 760 millimètres.

		Argent	
		équivalent.	précipité.
1er tube, dissolution à 1 p. 100 d'hydrogène transvasé :			
Volume introduit	13,9	»	»
Volume restant	4,8	»	»
Hydrogène absorbé	9,1	0,087	0,0855
2e tube, dissociation à 0,5 pour 100 :			
Volume introduit	41,6	»	»
Volume restant	37,7	»	»
Hydrogène absorbé	4,9	0,047	0,0465
3e tube, dissolution à 1,5 pour 100 :			
Volume introduit	4,7	»	»
Volume restant	1,0	»	»
Hydrogène absorbé	3,7	0,0357	0,0342

» Ces résultats concordants prouvent qu'il se passe une réaction de

simple déplacement métallique, et que pour chaque molécule de sel d'argent réduit il y a absorption d'une quantité équivalente d'hydrogène et formation d'acide libre, ce qui d'ailleurs est démontré par la réaction franchement, quoique faiblement acide, de toutes les liqueurs après l'expérience. La réaction commencée dans une liqueur neutre continuait forcément dans une liqueur acide.

» Je crois donc pouvoir conclure de mes expériences que l'hydrogène pur réduit l'argent, à la manière des autres métaux, de ses dissolutions neutres ou faiblement acides. La divergence de mes résultats avec ceux de M. Pellet me paraît pouvoir être expliquée, ou par le peu de durée de ces expériences comparativement aux miennes, ou par la trop forte acidité de ses dissolutions. Puisqu'il est probable que l'action réductrice a des limites et s'arrête quand la liqueur a atteint un certain degré d'acidité, je me propose d'élucider cette dernière question par de nouvelles recherches. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Action sur l'économie des dérivés des acides biliaires, des matières colorantes de la bile et de la cholestérine.* Note de MM. V. **Feltz** et E. **Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« A. — Les dérivés des acides biliaires que nous avons étudiés sont l'acide cholalique, l'acide choloïdique et la dyslysine, le glycocolle et la taurine. Les deux premières de ces substances ont été injectées sous la forme de sels de sodium, la troisième en dissolution dans le cholate de sodium ; les deux autres sont solubles. Tous ces dérivés n'ont sur l'économie, au point de vue toxique, qu'une action nulle (glycocolle, taurine, acide choloïdique, dyslysine) ou peu prononcée (acide cholalique). On ne peut donc admettre que les sels des acides biliaires, dont nous avons déjà mentionné l'action toxique foudroyante, doivent leurs propriétés à leur dédoublement dans l'économie. Notons encore que nous n'avons jamais, dans les expériences actuelles, vu apparaître les pigments sanguins et biliaires ni l'indican en quantité un peu notable. Ces caractères différencient nettement l'action des dérivés biliaires de celle de leurs générateurs. Le sang ne se modifie pas. Nous n'insistons, dans le Mémoire actuel, que sur l'action toxique de ces dérivés, réservant pour une autre publication les modifications que la leucine et la taurine subissent dans leur passage à travers l'économie. Les résultats obtenus ne sont pas d'accord avec ceux publiés récemment en Allemagne.

B. — Les matières colorantes de la bile, retirées soit de la bile de porc,

soit directement de calculs humains expérimentés par nous, sont la bilirubine, la biliprasine, la bilifuscine et la bilihumine. Injectées à des doses variables en solutions légèrement alcalines, préparées au moment des opérations, elles ne déterminent aucun accident grave; elles provoquent des constipations opiniâtres, une augmentation notable de la sécrétion urinaire. L'élimination de ces pigments plus ou moins modifiés se fait par les urines. Une teinte subictérique faible et passagère ne se produit que sous l'influence de fortes doses. On n'obtient l'ictère franc qu'en empêchant l'élimination par la ligature des deux uretères et en injectant de fortes quantités de bilirubine. Rappelons que l'injection des acides de la bile dans les mêmes conditions ne produit pas l'ictère.

« C. — La cholestérine augmente d'une manière très-notable dans le sang quand on supprime la fonction biliaire par l'injection de sulfate de fer dans le canal cholédoque. Cette accumulation de cholestérine ne peut cependant pas amener à sa suite les accidents de l'ictère grave que Flint attribue à cette cause; car nous avons pu injecter à l'état de solution, dans l'éther et dans des liquides savonneux éthérés, des doses de cholestérine au moins aussi fortes que celles qui s'amassent dans le sang dans le cours des ictères graves, sans provoquer autre chose que des accidents emboliques dont la gravité dépend uniquement du siége de ces altérations. »

CHIRURGIE. — *Anesthésie produite par l'injection intra-veineuse de chloral, dans un cas d'évidement du tibia et d'ovariotomie; acidité de la solution de chloral; moyen de la neutraliser.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« Voici les observations de deux nouvelles opérations, faites avec anesthésie par injection intra-veineuse de chloral.

» Le 10 septembre, un homme âgé de trente-huit ans, fort, robuste, entra dans mon service de Chirurgie. Il présentait, à la jambe droite, une plaie fistuleuse entretenue par une carie du tibia et un séquestre volumineux.

» Le 27 septembre, mon élève, le Dr Poinsot, chef interne de l'hôpital, ponctionna la veine médiane basilique gauche, et injecta, en douze minutes, 9 grammes de chloral. Le malade n'accusa aucune douleur pendant l'injection, il s'endormit et devint insensible. L'opération fut faite pendant l'anesthésie la plus complète, qui fut suivie d'un sommeil de vingt-quatre heures. La veine piquée ne présenta ni phlébite, ni caillot; il n'y eut pas d'hématurie.

» La cicatrisation de la plaie, traitée par le pansement ouaté, marchait rapidement, lorsque je m'aperçus, un mois et demi après l'opération, que quelques points malades du

tibia avaient échappé à l'action de la gouge, et qu'il était nécessaire de pratiquer un nouvel évidement.

» Le 27 novembre, M. Poinsot fit de nouveau une injection intra-veineuse par la médiane basilique droite (10 grammes chloral, 50 grammes eau). A peine la solution commença-t-elle à pénétrer, que le malade accusa une *douleur aiguë*, comme une brûlure, le long de la veine piquée, douleur qui persista pendant toute la durée de l'injection. Aussi ne put-il s'empêcher de dire « que cela ne ressemblait en rien à la première fois ». L'anesthésie se produisit néanmoins, car l'opération, qui dura quarante minutes, put se faire au milieu de l'insensibilité la plus complète ; mais le sommeil qui suivit fut agité, interrompu. Quant à la veine piquée, si elle ne présente pas le moindre symptôme de phlébite, elle me parut cependant *indurée* dans le point correspondant à la piqûre. Aujourd'hui 12 décembre, le malade va très-bien.

» La différence notable entre les phénomènes observés pendant la première et la deuxième injection, chez le même individu, me parut devoir être attribuée à la *qualité* du chloral lui-même. Appliquée sur la peau, la solution me parut y exercer en effet une constriction plus forte que d'habitude ; mise sur la langue, elle donnait une saveur aigre. Je pensai que ce chloral, que j'employai pour la première fois, était *trop acide*. Mes prévisions se trouvèrent fondées, car cette solution à $\frac{1}{6}$ rougissait fortement le papier de tournesol. Or l'acidité légère du chloral, sans inconvénient lorsqu'elle est normale, augmentée ici par le mode de préparation, était par cela même susceptible d'entraîner la coagulation du sang. Il devenait urgent de parer à cet inconvénient, en neutralisant cette acidité sans décomposer la substance elle-même.

» Je suis arrivé à obtenir ce résultat à l'aide d'une solution de carbonate de soude. Si l'on fait dissoudre 1 gramme de carbonate de soude dans 10 grammes d'eau distillée, il suffit d'ajouter 2 ou 3 gouttes de cette solution à celle de 1 gramme de chloral dissous dans 4 grammes d'eau (solution au $\frac{1}{5}$) pour neutraliser son acidité.

» J'ai essayé le carbonate de soude avec du chloral provenant de quatre sources diverses, le résultat a été constamment le même; mais le chloral, ainsi neutralisé, conserve-t-il ses propriétés physiologiques et anesthésiques? L'expérience seule pouvait juger la question.

» *Expérience*. — J'ai injecté, dans la veine crurale gauche d'un grand chien de montagne, 7 grammes de chloral dissous dans 20 grammes d'eau, additionnés de vingt gouttes de carbonate de soude. L'animal s'est endormi presque aussitôt; il était insensible comme un cadavre. Profitant de l'anesthésie dans laquelle il se trouvait, j'ai mis à nu la veine piquée, et j'ai disséqué tout le système veineux abdominal jusqu'à la veine cave inférieure. Ces vaisseaux ont été alors largement ouverts. Le sang qu'ils renfermaient, recueilli dans un vase, offrait la coloration la plus normale, sans aucune trace de coagulation.

» A côté de cette expérience, trouve naturellement sa place le fait suivant, que je dois me contenter de résumer, et qui m'a été communiqué par mon confrère le Dr Landes.

» *Ovariotomie.* — Le lendemain du jour où je fis l'expérience qui précède (9 décembre), M. le Dr Durodie de Sauveterre, assisté de MM. Durodie père, Delille de la Réole, Landes et Dudon, professeurs suppléants à l'École de Médecine de Bordeaux, pratiqua l'ovariotomie à une femme de trente-six ans, qui portait un kyste de l'ovaire extrêmement volumineux. Bien que cette femme fût dans un état profond d'anémie et que l'opération n'eût que peu de chances favorables, il était devenu indispensable de la tenter, à cause de la fatigue et de la gêne qu'occasionnait cette énorme tumeur.

» Je préparai une solution de 20 grammes de chloral dans 80 grammes d'eau, dont je fis disparaître bientôt l'acidité par une addition de 30 gouttes de la solution de carbonate de soude. Ce chloral m'avait été envoyé, peu de jours avant l'opération, par M. le professeur Deneffe de Gand. C'est la première fois qu'une solution d'hydrate de chloral additionnée de carbonate de soude a été injectée dans les veines. L'opération commença à midi 20 minutes. La médiane basilique gauche fut ponctionnée. Le pouls était à 120, la respiration à 28. Après une minute et demie, la malade, qui avait reçu 90 centigrammes de chloral, déclara qu'elle voyait un brouillard léger devant ses yeux. Après trois minutes et demie elle ferma les yeux (elle avait reçu 3 grammes de chloral). Pendant l'injection, elle ne fit pas le moindre mouvement, n'accusa aucune douleur, aucune sensation désagréable. Le pouls descendit à 100 pulsations, la respiration à 25; ils s'y maintinrent pendant toute la durée de l'opération. Après treize minutes, *cinq* grammes de chloral avaient été injectés.

« A ce moment, dit M. Landes, le sommeil est profond, la cornée absolument insen-
» sible. Pouls à 100, respiration à 25. Le calme est parfait. »

» Mais il s'agissait d'un kyste énorme, contenant de 15 à 20 kilogrammes de matière colloïde, d'un kyste multi-loculaire, offrant un grand nombre de loges et adhérant aux organes voisins.

« La malade déjà très-anémiée, très-épuisée avant l'opération, ajoute M. Landes, en ter-
» minant sa Note, ne devait pas pouvoir résister aux hémorrhagies trop abondantes qui ont
» suivi la division des cloisons : elle a succombé en effet; mais, pour tous les médecins qui
» étaient présents à l'opération, pour l'opérateur lui-même, la terminaison fatale a été in-
» contestablement occasionnée par la perte de sang qui a eu lieu pendant l'opération. Après
» ce que nous avons vu, nous pensons que, si jamais opération doit être pratiquée avec la
» méthode anesthésique que vous avez imaginée, c'est bien celle de l'ovariotomie. La veine
» piquée a été examinée avec soin, *elle ne présentait pas la moindre trace de caillot.* »

» *Conclusions.* — De ce qui précède découle une ligne de conduite à suivre, d'autant plus importante qu'elle exonérera définitivement l'anesthésie par l'injection de chloral dans les veines de cette objection qu'on lui a faite : la coagulation possible du sang. Je me hâte de faire remarquer, toutefois, que cette objection n'a pas une portée bien sérieuse, car cette méthode compte aujourd'hui vingt-sept cas et vingt-sept succès.

» Toutes les fois, en effet, que l'on devra faire une injection intra-veineuse de chloral pour produire l'anesthésie, on devra *toujours* faire, au préalable, disparaître l'acidité de la solution chloralique, en ajoutant deux ou trois gouttes *par gramme de chloral* de la solution de carbonate de soude titrée au dixième (1gr pour 10). Non-seulement cette addition ne trouble pas les effets physiologiques du chloral, mais, dans les deux cas que je viens de signaler, elle a paru avoir une influence heureuse sur la régularité et le calme de la respiration et de la circulation. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Roulin*, présente la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. du Moncel.
En deuxième ligne . . . . M. Jacqmin.
En troisième ligne . . . . M. Lefort.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant le mois de novembre 1874.
(suite.)

L'Art dentaire; novembre 1874; in-8°.
L'Art médical; novembre 1874; in-8°.
La Tribune médicale; nos 324, 325, 326, 328, 1874; in-8°.
L'Imprimerie; nos 110 et 120, 1874; in-4°.
Le Messager agricole; n° 10, 1874; in-8°.
Le Moniteur de la Photographie; nos 22 et 23, 1874; in-4°.
Le Moniteur vinicole; nos 89, 91 à 96, 1874; in-folio.

Le Mouvement médical; n°s 45 à 47, 1874; in-4°.

Les Mondes; n°s 11 à 13, 1874; in-8°.

Le Progrès médical; n°s 45 à 48, 1874; in-4°.

Magasin pittoresque; octobre et novembre 1874; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; septembre 1874; in-4°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; n° 5, 1874; in-8°.

Moniteur industriel belge; n°s 23 à 25, 1874; in-4°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société Météorologique; décembre 1873 à mars 1874; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, octobre 1874; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 21 et 22, 1874; in-8°.

Revue bibliographique universelle; novembre 1874; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; novembre 1874; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 22 et 23, 1874; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 41 à 42, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; novembre 1874; in-8°.

Société entomologique de Belgique; n° 19, 1874; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 5, 1874; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France, n°s 30, 1874; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; septembre et octobre 1874; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 30 novembre 1874.)

Page 1250, ligne 9, *au lieu de* fait *lisez* fit.

Page 1251, intercaler, au commencement de la première remarque des trois dernières observations, les mots *sommet lumineux*, qui ont été omis.

(Séance du 7 décembre 1874.)

Page 1308, *au lieu de* Dans les expériences que j'ai tentées, *lisez* Dans les premières expériences que j'ai tentées.